Über die Verbreitung niederer Phycomyceten in Böden aus verschiedenen Höhenstufen der Alpen und an einigen Standorten subtropischer und tropischer Gebirge

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Ingetraud Persiel

aus Frankfurt a. M.

Göttingen 1959

D 7

Referent: Prof. Dr. R. Harder

Korreferent: Prof. Dr. F. Firbas

Tag der mündlichen Prüfung: 17. 7. 1959

Archiv für Mikrobiologie 36, 257—282 (1960)

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Göttingen

Über die Verbreitung niederer Phycomyceten in Böden aus verschiedenen Höhenstufen der Alpen und an einigen Standorten subtropischer und tropischer Gebirge*

Von

INGETRAUD PERSIEL

Mit 1 Textabbildung

(Eingegangen am 14. April 1960)

Im Göttinger Pflanzenphysiologischen Institut sind zahlreiche Bodenproben aus verschiedenen Erdteilen und Klimazonen auf ihren Gehalt an niederen Phycomyceten untersucht worden (SÖRGEL 1942; HARDER 1948, 1954; REMY 1950; REINBOLDT 1951; GAERTNER 1955_1; HARDER u. UEBELMESSER 1955, 1957; SCHOLZ 1958; HARDER u. GALLWITZ-UEBELMESSER 1959). Arktische Böden erwiesen sich dabei als besonders dünn besiedelt und artenarm. Da die klimatischen, edaphischen und biotischen Bedingungen im hohen Norden in vieler Hinsicht denen im Hochgebirge ähneln, schien es lohnend, die Phycomycetenflora der einzelnen Höhenstufen der Alpen zu untersuchen.

Gelegentlich sind zwar schon niedere Phycomyceten in der Kryovegetation (A. BRAUN 1856; KOBAYASHI u. FUKUSHIMA 1952) und in Hochgebirgserden festgestellt worden (SÖRGEL 1942; SHANOR 1942, 1944), systematische Untersuchungen im Gebirge beschäftigten sich aber hauptsächlich mit der Verbreitung der *Saprolegniales* (HARVEY 1942; ältere Literatur bei TIESENHAUSEN 1912). Nur BREIDING (1951, nicht publiziert, vgl. HARDER 1954) hat auch einfacher organisierte Formen, besonders Gattungen der *Chytridiales*, erfaßt.

In der nachstehenden Arbeit sind 150 Bodenproben aus verschiedenen Höhenstufen der Alpen, von 1340 m bis 4500 m ü. M., auf ihren Gehalt an niederen Phycomyceten untersucht worden (Tiroler Alpen 109; Wettersteingebirge und Karwendel 16; Walliser Alpen 20; Dachstein 5). Zum Vergleich wurden noch 9 Flachlandproben aus der Umgebung Göttingens, 40 Erden aus subtropischen und tropischen Gebirgen (Karakorum u. Himalaya 15; Pichincha-Rucu/Ecuador 13; Zentral- u. Ostkordillere Columbiens 6; Hochland Äthiopiens 6) und eine Probe vom Ufer des Rio Magdalena (Columbien) herangezogen.

Methode

Die Bodenproben wurden am Standort in luftdicht verschließbare, sterile Aluminiumdosen gefüllt[1] und nach ihrer Ankunft in Göttingen in einem Kühlraum bei 2—4° C aufbewahrt[2].

* Dissertation der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät in Göttingen.

[1] Zahlreiche Sammler des In- und Auslandes haben Material herbeigeschafft. Ihnen allen sei für ihre Freundlichkeit auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

[2] Die vor 1954 eingesammelten Proben wurden bis zum Frühjahr 1954 bei Zimmertemperatur gelagert.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

640/61

Zur Ermittlung des Pilzgehaltes einer Probe wurden rund 3 cm³ Erde gleichmäßig auf zwei Petrischalen verteilt und in sterilisiertem Quellwasser[1] aufgeschwemmt. Der einen Schale wurde steriler *Pinus*-Pollen, der anderen die übliche Ködermischung zugefügt (Strohstückchen, gereinigtes Krabbenchitin, Haare usw.; vgl. GAERTNER 1955_1; HARDER u. GALLWITZ-UEBELMESSER 1959). Der aus zwei Schalen bestehende „Ansatz" wurde für jede Probe 10 mal oder, falls nicht genügend Erde vorhanden war, 5 mal wiederholt. Die Schalen standen im dunklen Thermostaten bei 22 ± 1° C[2]. Die Köder wurden innerhalb von 4 Wochen viermal mikroskopisch auf Pilzbefall geprüft.

Die Pilze wurden in Einsporangienkulturen (GAERTNER 1955_1), im Hängetropfen und nach Möglichkeit auch in Reinkulturen (COUCH 1939, GAERTNER 1955_2) längere Zeit beobachtet und nach SPARROW (1943), KARLING (1942) und der Originalliteratur bestimmt. Einige Chytridineen, hauptsächlich chitinophile Arten, die sich in Quellwasser schlecht entwickelten, gediehen gut in „charcoal-water" (1 g Kohlegranulat [Merck] auf 1 l aqua dest.; COUCH 1939). Als günstig erwies sich oft auch ein Zusatz von Erd- oder Hanfdekokt zu der Kulturflüssigkeit.

Ergebnisse

I. Pilzliste und allgemeine Häufigkeit der Arten

Tabelle 1. *Aufzählung der gefundenen Phycomyceten in systematischer Anordnung*

Die Arten sind durch Kursivziffern von 1—66 durchnummeriert. Hinter dem Art- oder Gruppennamen sind das Fundgebiet und die Höhenstufe angegeben (römische Ziffern I—XI)[3]. Die folgenden halbfetten Zahlen bezeichnen die Biotope[4] der Fundorte und schließlich die einfachen arabischen Ziffern die Zahl der Proben, in denen der Pilz vorkam. Pilze, die sich morphologisch nur geringfügig von bereits beschriebenen Arten oder durch ihre saprophytische Lebensweise von bekannten Algen- oder Pilzparasiten unterscheiden, sind durch ein cf. vor dem Artnamen gekennzeichnet.

CHYTRIDIALES

Olpidiaceae. *1.Olpidium* sp. unbest. (1 Art); Alpen IV; **6**; 1. *2.Pleotrachelus* sp. *K*[5]; Karakorum VIII; **1**; 1. *3.Rozella* sp. unbest. (1 Art); Alpen III, IV; **1,2**; 2.

Phlyctidiaceae. *4.Rhizophydium halophilum* Uebelmesser; Göttingen I; **1**; 1. *5.Rh. keratinophilum* Karling; Göttingen I; **1**; 2. Alpen III, IV; **1—3**; 7. *6.Rh.* cf. *melosirae* Friedmann; Alpen V, IX; **5, 11**; 3. *7.Rh. patellarium* Scholz; Göttingen I; **1, 4**; 7. Alpen III—V; **1—4, 11**; 12. Columbien V; **17**; 1. *8.Rh. racemosum* Gaertner; Columbien I; **9**; 1. *9.Rh.* cf. *sphaerocarpum* (Zopf) Fischer; Alpen III, V; **4, 14**; 3. *10.Rh. sphaerotheca* Zopf; Alpen III, IV; **1, 6**; 3. Karakorum IX; **4**; 1, Ecuador VIII; **1, 15, 16**; 5. *11.Rh. pythii* de Wildeman; Göttingen I; **1**; 1. Alpen IV; **8, 9**; 5. *12.Rh.* cf. *bullatum* Sparrow; Alpen IV, V; **5**; 3. Ecuador IX, X; **16, 17**; 2. *13.Rh.* sp. *a*[5]; Alpen III—V; **1—3**; 8. *14.Rh.* sp. *b*[5]; Göttingen I; **1**; 1. Alpen IV, V; **2, 8, 17**; 6. Karakorum VIII; **1**; 1. Ecuador VIII; **16**; 2. *15.Rh.* sp. *c*[5]; Ecuador IX; **2**; 1. *16.Rh.* sp. unbest. (mind. 2 Arten); Alpen IV—VII; 10.

[1] Weender Quelle bei Göttingen; p_H 7,4. Einige Angaben über Ionengehalt bei SCHOLZ (1958).

[2] Einige Proben wurden außerdem bei niedrigeren Temperaturen angesetzt.

[3] Siehe S. 261.

[4] Vgl. Tab. 6, S. 272.

[5] Beschreibung bei PERSIEL (1960).

17. Blyttiomyces sp. *E18*[1]; Ecuador VIII, IX; **16**; 3. *18.Phlyctochytrium irregulare* Koch; Göttingen I; **1, 9**; 3. Alpen IV; **2**; 1. *19.Ph.* cf. *lippsii* Lohman; Alpen IV—VI; **2, 4, 8, 17**; 5. *20.Ph.* cf. *palustre* Gaertner; Alpen III; **1, 4**; 3. Ecuador VIII; **1, 15, 16**; 4. *21.Ph. reinboldtae* Persiel[2]; Göttingen I; **1**; 3. Alpen III—V; **1, 3, 5, 11, 13**; 11. *22.Ph.* cf. *synchytrii* Köhler; Alpen III; **4**; 1. *23.Ph.* sp. *1*[1]; Göttingen I; **4**; 1. Alpen III; **1, 3**; 4. *24.Ph.* sp. *2*[1]; Göttingen I; **1**; 1. Alpen III, V; **4, 11, 13**; 12. Karakorum VIII, IX, XI; **4, 11, 12**; 3. *25.Ph.* sp. unbest. (2 Arten); Alpen IV, VII; 2. *26.Entophlyctis* cf. *bulligera* (Zopf) Fischer; Göttingen I; **1, 9**,; 4. Alpen III—V, VII, IX; **1, 5, 11, 13**; 8. *27.Phlyctidiaceae* unbest. (mind. 4 Arten); Göttingen I; 2. Alpen III-V, VII; 4. Karakorum VIII; 1.

Rhizidiaceae. 28.Rhizidium ramosum Sparrow; Alpen IV; **6**; 1. *29.Rhizophlyctis* sp. *C11*[1]; Columbien IV; **1**; 1. *30.Rh.* sp. *N33*[1]; Alpen IV; **9**; 2. *31.Rh.* sp. *E1*[1]; Ecuador VIII; **15**; 1. *32. Rh.* sp. keratinophil[1]; Alpen III, V; **1, 2**; 3. *33.Karlingia asterocysta* Karling; Göttingen I; **9**; 1. *34.K. chitinophila* Karling; Göttingen I; **9**; 1. *35.K. rosea* (de Bary u. Woronin) Johanson; Göttingen I; **1, 4, 9**; 4. Alpen III—VII, IX; **1—6, 8—13**; 74. Karakorum und Himalaya VIII—X; **1, 4, 6, 17**; 5. Ecuador und Columbien I, IV, V, VII—X; **1, 9, 15, 16, 17**; 18. Äthiopien VI, VII; **2, 7**; 5. *36.Phlyctorhiza variabilis* Karling; Göttingen I; **1**; 1. Alpen III, **2**; 1. Columbien und Ecuador V, VIII; **1, 17**; 2.

Cladochytriaceae. 37.Cladochytrium hyalinum Berdan; Alpen IV; **9**; 2. *38.Cl. replicatum* Karling; Alpen IV; **9**; 1.

Chytridiaceae. 39.Chytridium sp. 2307[1]; Alpen VII, VIII; **11, 12**; 4. *40.Ch.* sp. *N1*[1]; Alpen IV, V; **6, 17**; 2. *41.Ch.* sp. *1533*[1]; Alpen III, IV; **1, 3, 8**; 3. *42.Ch.* sp. unbest. (1 Art); Alpen IV, VI; **9, 10**; 2. *43.Chytriomyces mammilifer* n. sp.[1]; Ecuador VIII; **1, 15, 16**; 5. *44.Ch. mortierellae* n. sp.[1]; Alpen VII; **17**; 1. *45.Ch. reticulatus* n. sp.[1]; Göttingen I; **1**; 1. Alpen IV; **1**; 1. *46.Ch. vallesiacus* n. sp.[1]; Alpen IX; **11**; 1. *47.Ch.* cf. *hyalinus* Karling[3]; Alpen IV; **9**; 3. *48.Catenochytridium carolineanum* Berdan; Alpen IV; **9**; 1.

Megachytriaceae. 49.Nowakowskiella elegans (Nowak.) Schroeter; Alpen III—V; **1—4, 9, 11, 14**; 10. *50.N. profusa* Karling; Göttingen I; **9**; 1. Alpen III, IV; **1—3, 9**; 8. Ecuador VIII; **16**; 1. *51.N. ramosa* Butler; Göttingen I; **9**; 1. *52.N.*, sp. unbest. (1 Art); Alpen IV; **9**; 3.

53.Chytridiales sp. unbest. (mindest. 11 Arten); Alpen III—IX; 20. Ecuador VIII, X; 2. Äthiopien VII; 1.

ANISOCHYTRIDIALES[4]

Rhizidiomycetaceae. 54.Rhizidiomyces apophysatus Zopf; Alpen IV; **9**; 2. *55.Rh.* sp. unbest. (1 Art); Alpen IV; **8**; 1.

Hyphochytriaceae. 56.Hyphochytrium sp. *H28*[1]; Göttingen I; **1, 4**; 4. Alpen III—VII; **1—4, 8, 10—14, 17**; 57. Karakorum und Himalaya VIII—XI; **1, 4, 11, 14**; 6. Columbien und Ecuador I, IV, VIII, X; **1, 9, 15, 16, 17**; 10. Äthiopien VI, VII; **2, 7**; 5.

BLASTOCLADIALES

Blastocladiaceae. 57.Blastocladiella sp. unbest. (1 Art); Alpen IV—VI; **1, 2, 10, 12**; 5. *58.Allomyces arbusculus* E. J. Butler; Göttingen I; **1**; 1.

---

[1] Beschreibung bei Persiel (1960).

[2] Persiel 1959.

[3] Eine sichere Bestimmung war nicht möglich, da sich keine Dauersporen entwickelten. Die schlüpfenden Zoosporen waren zwar immer von einer Schleimhülle umgeben, eine echte Schwärmblase bildete sich jedoch nicht.

[4] Karling 1943.

MONOBLEPHARIDALES

Monoblepharidaceae. *59.Monoblepharis* sp. *E 5*[1]; Ecuador VIII; **16**; 2. *60.M.* sp. unbest. (1 Art); Äthiopien VII; **7**; 1.

SAPROLEGNIALES

Saprolegniaceae wurden nicht berücksichtigt, ausgenommen *61.Leptolegniella keratinophilum* Huneycutt; Alpen III; **1, 2**; 3. *62.*unbest. keratinophile Art; Ecuador VIII, **1, 16**; 2.

LAGENIDIALES

Olpidiopsidaceae. *63.Olpidiopsis gracile* (Butler) Karling; Alpen III, V, VI; **1, 4, 12, 17**; 4. *64.O.* sp. unbest. (1 Art); Alpen IV; **1**; 2.

PLASMODIOPHORALES

Plasmodiophoraceae. *65.Octomyxa* sp. unbest. (1 Art); Äthiopien VII; **7**; 1. *66.Woronina pythii* Goldie-Smith; Alpen IV; **1—4**; 4.

PERONOSPORALES

Pythiaceae. *Pythium,* Arten wurden nicht bestimmt.

ZYGOMYCETALES

Mucoraceae, nicht näher bestimmt.

Die Zusammenstellung in Tab. 1 zeigt, daß von den 46 auf die Alpen (150 Proben) entfallenden gut unterscheidbaren Arten (15 Formen konnten nicht sicher eingeordnet werden) nur *Karlingia rosea* (Nr. *35*) und *Hyphochytrium* sp. *H 28* (Nr. *56*) häufig (nämlich 74 mal und 57 mal) vorkamen. Die Gruppe der im Untersuchungsgebiet seltenen Phycomyceten wurde von *Rhizophydium patellarium* Scholz (Nr. *7*) und *Phlyctochytrium* sp. *2* (Nr. *24*) angeführt, die beide in 12 Proben gefunden wurden; es folgten *Phlyctochytrium reinboldtae* (Nr. *21*) (11 mal), *Nowakowskiella elegans* (Nr. *49*) (10 mal), *Rhizophydium* sp. *a* (Nr. *13*), *Entophlyctis* cf. *bulligera* (Nr. *26*), *Nowakowskiella profusa* (Nr. *50*), (je 8 mal), *Rhizophydium keratinophilum* (Nr. *5*) (7 mal), *Rhizophydium* sp. *b* (Nr. *14*) (6 mal), *Rhizophydium pythii* (Nr. *11*) und *Blastocladiella* sp. (Nr. *57*) (je 5 mal). 4 der restlichen 33 Arten (nämlich Nr. *23*, *39*, *63* und *66*) wurden 4 mal, 10 (Nr. *6*, *9*, *10*, *12*, *20*, *32*, *41*, *47*, *52* und *61*) je 3 mal, 7 (Nr. *3*, *30*, *37*, *40*, *42*, *54* und *64*) je 2 mal und 11 (Nr. *1*, *18*, *22*, *28*, *36*, *38*, *44*, *45*, *46*, *48* und *55*) nur je 1 mal gefunden.

Auch in den übrigen Hochgebirgen zählten *Karlingia rosea* und *Hyphochytrium* sp. *H 28* zu den häufigeren Pilzen. *Karlingia rosea (Hyphochytrium* sp. *H 28)* wurde aus 5 (6) der 15 Proben aus dem Karakorum-Himalaya und aus 22 (14) der 40 Erden aus tropischen Gebirgen herausgeködert. Auf die beiden Arten folgten im Karakorum-Himalaya Nr. *24* (3 mal), Nr. *2*, *10*, *14* (je 1 mal); in den tropischen Gebirgen Nr. *10* und *43* (je 5 mal), Nr. *20* (4 mal), Nr. *17* (3 mal), Nr. *12* *14*, *36*, *59* und *62* (je 2 mal), Nr. *7*, *15*, *29*, *31*, *50*, *60* und *65* (je 1 mal).

[1] Beschreibung bei PERSIEL (1960).

In 7 der 9 Göttinger Proben kam *Rhizophydium patellarium* (Nr. 7) vor; *Karlingia rosea, Hyphochytrium H 28* und *Entophlyctis* cf. *bulligera* (Nr. *26*) wurden jeweils in 4 Proben festgestellt. Je 3mal wurden Nr. *18* und *21* gefunden, je 1mal Nr. *4, 11, 14, 23, 24, 33, 34, 36, 45, 50, 51* und *58*.

II. Die Verteilung der Pilze auf die Höhenstufen

1. Die Verbreitung der Gattungen und einiger Pilzgruppen in verschiedener Höhe über dem Meeresspiegel

Die Grenzen der Höhenstufen wurden willkürlich folgendermaßen festgelegt: Stufe I: von 0 bis zu 500 m ü.M., Stufe II: über 500—1000 m ü.M., Stufe III: über 1000—1500 m ü.M., Stufe IV: über 1500—2000 m ü.M., Stufe V: über 2000 bis 2500 m ü.M., Stufe VI: über 2500—3000 m ü.M., Stufe VII: über 3000—3500 m ü.M., Stufe VIII: über 3500—4000 m ü.M., Stufe IX: über 4000—4500 m ü.M., Stufe X: über 4500—5000 m ü.M., Stufe XI: über 5000—5500 m ü.M.

Septierte und unseptierte Hyphen kamen unabhängig von der Höhenlage in fast allen Proben der Gemäßigten Zone vor, Actinomyceten in rund 55% der Erden. Jedoch waren unseptierte Hyphen in den subtropischen und tropischen Böden, Actinomyceten in tropischen Erden nicht so häufig wie *Karlingia*. Die Gruppe der unseptierten Hyphen umfaßt Zygomyceten — die in allen Zonen den Hauptanteil stellten und meistens durch die Gattung *Mortierella* vertreten waren — *Pythiaceae, Saprolegniaceae* und unbestimmte Kümmerformen. Zygomyceten kamen in den tropischen Böden in Höhen über 4000 bis zu 5000 m nur in knapp 47% der Erden vor; für die Höhenstufen IV bis VII ergab sich eine relative Häufigkeit dieser Pilze von 100%. Gaertner (1955_1) fand in Äquatorial-Ostafrika Mucorineen in 33% der Erden, Pythiaceen dagegen in 86%. Ein ähnliches Verhältnis erhielt Sörgel (1942) für Westindien; hier erreichten allerdings die Mucorineen in der Höhenstufe 1501 bis 2200 m 90% relative Häufigkeit. In der Gemäßigten Zone waren Mucorineen vom Flachland (Remy 1950) bis zu 4000 m Höhe gleichmäßig in 80—90% der Proben vorhanden.

In Abb. 1 ist die Verteilung einiger Gattungen der niederen Phycomyceten auf die Höhenstufen III bis VIII (über 1000 bis zu 4000 m) der Alpen dargestellt. Ihre Häufigkeit nimmt im allgemeinen mit zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel eindeutig ab.

Ausnahmen bei den selteneren Gattungen besagen kaum etwas, und Unregelmäßigkeiten im Einzelnen, z.B. Verbreitungslücken, dürften verschwinden, wenn die Zahl der Proben wesentlich erhöht würde; sie sind auch schon deshalb nicht verwunderlich, weil bei der Stufeneinteilung nur die Höhe über dem Meeresspiegel, aber nicht die ökologische Gunst oder Ungunst der einzelnen Standorte berücksichtigt werden konnte.

Sicher ist aber keine der 11 Gattungen auf eine bestimmte Höhenzone beschränkt.

Der Lebensraum für *Rhizophydium, Phlyctochytrium* und *Nowakowskiella* scheint mit zunehmender Höhe weit stärker eingeengt zu werden als für *Karlingia*. Die in der Abb. 1 angegebenen Prozentzahlen sind zwar mit mehr oder weniger großen Fehlern behaftet, doch hat auch schon Breiding (1951) gefunden, daß *Karlingia* gleichmäßig über

3 Höhenstufen von 1000—2650 m über dem Meeresspiegel (Stufe I: 1000—1500 m, Stufe II: 1500—2200 m, Stufe III: 2200—2650 m) verteilt war (Vorkommen in 55—57 % der Proben), während *Phlyctochytrium* und *Nowakowskiella* schon oberhalb 1500 m merklich seltener wurden (relative Häufigkeiten von *Phlyctochytrium* in den 3 Stufen: 61 %, 36 %, 19 %; von *Nowakowskiella* 45 %, 5 %, 6 %).

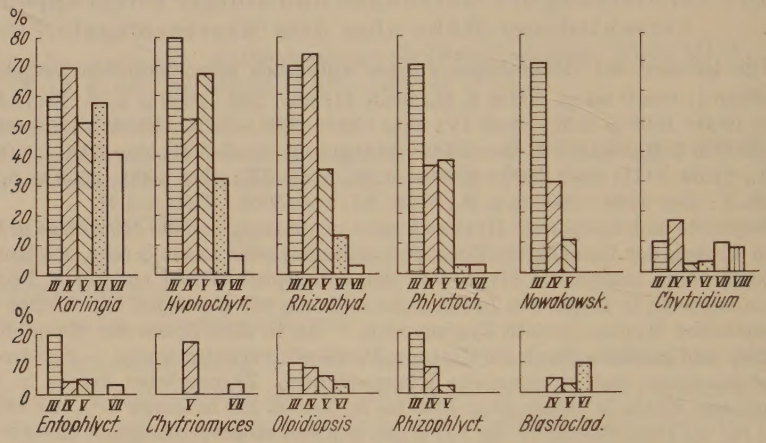

Abb. 1. Verteilung einiger Gattungen auf die Höhenstufen der Alpen. Die Höhe der Säulen besagt, in wieviel Prozent der Proben einer Höhenstufe die Gattungen vorkamen

Alle Gattungen außer *Phlyctochytrium* waren in den *unteren Höhenstufen* bis zu 2000 m durchaus nicht weniger verbreitet als an bisher untersuchten Standorten des Flachlandes in Deutschland und Afrika (REMY 1950; GAERTNER 1955_1). Einige Beispiele mögen hier genügen: *Karlingia*, die in 81 % der deutschen und 76 % der afrikanischen Flachlandproben gefunden wurde, kam noch in 67 % der Erden aus Höhen zwischen 1000 und 2000 m über dem Meeresspiegel vor. *Rhizophydium* war in dieser Höhenzone an 74 % der Standorte vorhanden und konnte von REMY aus 65 %, von GAERTNER aus 82 % der untersuchten Proben isoliert werden. *Nowakowskiella* erreichte 42 % relative Häufigkeit in Höhen zwischen 1000 und 2000 m, 45 % im Flachland Deutschlands und 7 % im afrikanischen Flachland.

2. Verteilung der Arten auf die Höhenstufen

Die meisten Arten stiegen in den Alpen nicht über 2500 m (Höhenstufe V) (Tab. 1). Ein großer Teil der oberhalb von 2500 m nicht mehr gefundenen Arten ist aber bereits in den unteren Stufen so selten, daß ihre Verbreitungsgrenze bei der verhältnismäßig geringen Zahl der untersuchten Proben keineswegs sicher festzustellen war. Vier Arten wurden

nur in Höhen oberhalb von 2500 m gefunden: *Chytridium* sp. *2307*[1] in Stufe VII und VIII, *Chytriomyces mortierellae* n. sp.[1,2] in Stufe VII, *Chytriomyces vallesiacus* n. sp.[1] in Stufe IX (4000—4500 m) und eine unbestimmte *Chytridiale*, die ähnliche Dauerorgane wie *Rhizophydium racemosum* Gaertner bildete, ebenfalls in Stufe IX. *Rhizophydium halophilum*, *Karlingia asterocysta*, *K. chitinophila*, *Nowakowskiella ramosa* und *Allomyces arbusculus* blieben auf das Flachland der Gemäßigten Zone beschränkt. *Phlyctorhiza variabilis* und *Leptolegniella keratinophilum* kamen in den Alpen nur in stark gedüngten Böden der Stufe III vor.

Unter den letzteren 7 Arten sind mehrere Ernährungs- und Wirkstoffspezialisten; so benötigt *Allomyces* z.B. Aneurin und Methionin (Quantz 1943; Yaw und Cutter 1951; Ingraham u. Emerson 1954; Machlis $1953_{1,2}$), *Phlyctorhiza variabilis* Biotin und Nicotinsäureamid (Rothwell 1956). Ob diesen und vielleicht auch anderen Arten ihre besonderen Ernährungsansprüche eine Besiedlung der Hochgebirgserden erschweren oder unmöglich machen, muß dahingestellt bleiben. Wir wissen weder etwas über den Wuchsstoffgehalt der Gebirgsböden, noch kennen wir die übrigen Standortsfaktoren, die den Vitaminbedarf der Organismen beeinflussen könnten; nach Robbins u. Kavanagh (1938) hängt die Synthese des Thiamins bei *Pythium butleri* z.B. vom Salzgehalt des Mediums ab. (Weitere Beispiele geben Lilly u. Barnett 1951.)

Tabelle 2. *Relative Häufigkeiten einiger Arten in verschiedener Meereshöhe*
A in Prozent der Ansätze, B in Prozent der Proben

Höhenstufe / Art		III	IV	V	VI	VII	VIII—IX
Karlingia rosea	A	40	45	35	25	30	4
	B	60	70	51	58	40	12
Hyphochytrium sp. *H 28*	A	67	48	60	19	4	0
	B	80	52	68	32	6	0
Rhizophydium patellarium	A	69	9	<1	0	0	0
	B	70	17	3	0	0	0
Phlyctochytrium sp. *2*	A	8	0	16	0	0	0
	B	20	0	27	0	0	0
Phlyctochytrium reinboldtae	A	16	5	5	0	0	0
	B	20	17	14	0	0	0
Nowakowskiella elegans	A	16	6	4	0	0	0
	B	40	9	11	0	0	0

Tab. 2 gibt einige Anhaltspunkte für die Schätzung der Siedlungsdichte der häufigeren Arten in den Höhenstufen III—IX (1000 bis 4500 m). Lediglich die beiden häufigsten Arten, *Karlingia rosea* und *Hyphochytrium* sp. *H 28* waren durchgehend von Stufe I—VII (3500 m) vorhanden. Stufe IX erreichten außer *Karlingia rosea* und den beiden oben schon genannten Arten nur noch *Rhizophydium* cf. *melosirae* und

[1] Persiel 1960.
[2] Vgl. aber Willouchby 1958.

Entophlyctis cf. *bulligera*. *Karlingia rosea* ist nicht nur hinsichtlich seiner Ernährungsansprüche (STANIER 1942; QUANTZ 1943; HASKINS u. WESTON 1950) zum Ubiquisten gestempelt, sondern auch in einem weiten Temperatur- und pH-Bereich wachstumsfähig (HASKINS u. WESTON 1950). In Stufe X (4500—5000 m) des Karakorum-Himalaya und der Anden wurde dieser Pilz noch in einer von 3 untersuchten Proben bzw. in 5 von 6 Proben gefunden. *Hyphochytrium* sp. *H 28* scheint etwas anspruchsvoller zu sein. Es kam in Stufe VII der Alpen nur noch in 6 % der Proben vor, erreichte in den Anden aber wie *Karlingia rosea* Höhen über 4500 m. Die übrigen Arten der Tab. 2 fanden schon in Höhen über 2500 m keine zusagenden Lebensbedingungen mehr. Die Häufigkeitswerte fielen z.B. für *Rhizophydium patellarium* von Stufe III zu IV bereits erheblich ab. *Phlyctochytrium* sp. *2* war in Stufe V (bis 2500 m) häufiger anzutreffen als in Stufe III, fehlte aber in Stufe IV; diese merkwürdige Verbreitung des Pilzes läßt sich, falls sie nicht auf Zufall beruht, vielleicht erklären, wenn man die unterschiedliche Verteilung der Biotope auf die Höhenstufen berücksichtigt, soll aber erst bei der Besprechung der einzelnen Standorte erörtert werden. *Phlyctochytrium* sp. *2* wurde je einmal in den Höhenstufen VIII, IX und XI des Karakorum und Himalaya gefunden; würde man die Untersuchungen in den Alpen noch weiter ausdehnen, so ließe sich die Art wohl zweifellos auch dort noch in Höhen über 2500 m nachweisen.

3. Artenzahl und Pilzdichte in den Höhenstufen

In Tab. 3 ist die Zahl der in den einzelnen Höhenstufen der Alpen vorkommenden Arten angeführt. Die Zahlen für Stufe I und III sind überraschend niedrig; das dürfte seinen Grund hauptsächlich darin haben, daß hier nur relativ wenige Proben und nur einige Biotope berücksichtigt wurden. Die hohe Artenzahl (39) der Stufe IV (bis 2000 m) — die höchste Zahl überhaupt — erklärt sich wohl zum Teil aus dem ziemlich hohen Anteil der Kulturböden, die nach GAERTNER (1955_1) in der Gemäßigten und Arktischen Zone artenreich sind, sowie feuchter, nährstoffreicher Standorte. Hinzu kommt eine gegenüber Stufe III größere Mannigfaltigkeit der Biotope. Der Schlamm aus zwei Tümpeln in 1840 und 1870 m Höhe (siehe Tab. 4, Nr. 25—28) beherbergte allein acht Arten[1], die an keinem anderen Standort wieder gefunden wurden.

Der Artenreichtum der Stufen VI—IX entspricht etwa demjenigen der alpinen Stufe in Schweden (GAERTNER 1955_1). In Stufe III hatten 8 von 10 Proben vier oder mehr Arten, in Stufe V waren es nur noch 7 von 37, und in Stufe VI enthielten lediglich 2 Proben (von 31), und zwar Nr. 58 und 59 (Tab. 4) aus einem Schneetälchen an einem SO-Hang

[1] *Rhizophlyctis* sp. *N 33*, *Cladochytrium hyalinum*, *Cl. replicatum*, *Chytriomyces hyalinus*, *Catenochytridium carolineanum*, *Nowakowskiella* sp., *Rhizidiomyces apophysatus* und unbestimmte *Phlyctidiacee*.

4 bzw. 5 Arten. Der Boden der Schneetälchen ist relativ reich an Mineralstoffen und Humus und kann sich im Sommer stark erwärmen (JENNY-LIPS 1948); diese Eigenschaften mögen die Besiedlung mit Phycomyceten fördern, so daß die ungünstigen Bedingungen — sehr kurze Vegetationszeit, unter Umständen starke oberflächliche Austrocknung im Sommer — wohl nicht so sehr ins Gewicht fallen. Hier gediehen sogar so seltene Arten wie *Blastocladiella* sp. In Stufe VI stieg der Anteil der Proben, die überhaupt keine niederen Phycomyceten enthielten, schlagartig an.

Als Maß für die Dichte der Pilzbesiedlung hat SOERGEL 1942 den Quotienten Zahl der Pilzfunde/Zahl der Ansätze eingeführt; er ist in Tab. 3 mit angegeben („Pilzdichte"). Die mittlere Pilzdichte in den Stufen I—IV (2,8) entspricht etwa dem für Afrika von GAERTNER (1955_1) ermittelten Durchschnittswert(2,3)[1]. In den folgenden Stufen sank die Pilzdichte auf rund 53 %, 25 %, 14 % (Stufe VII und IX) bzw. 8 %[2] (Stufe VIII) des Durchschnittswertes der Stufen I—IV ab. Auch BREIDING hat gefunden, daß die Pilzhäufigkeit in den Alpen von 1000 bis 2650 m auf rund die Hälfte zurückging (HARDER 1954). Der Durchschnittswert für die Stufen III—IX (1000—4500 m) lag etwa doppelt so hoch wie der Mittelwert für Schweden (GAERTNER 1955_1). Auf 50 Ansätze aus Stufe VIII des Karakorum-Himalaya entfielen 41 Pilzfunde, also verhältnismäßig mehr als auf die Ansätze der Proben aus Stufe VI der Alpen (Dichte 0,7). Noch günstiger ist das Verhältnis bei den Proben aus Stufe VII—X der tropischen Gebirge. Als besonders dicht besiedelt und artenreich erwiesen sich hier 5 Proben vom Pichincha-Rucu aus Stufe VIII mit 3,5 Pilzfunden je Ansatz gegenüber 0,2 in den Alpen. 13 Arten konnten aus den 5 Proben herausgeködert werden, während in den 13 Proben aus Stufe VIII der Alpen nur 2 Arten vorkamen, und in

Tabelle 3

Artenzahl und Pilzdichte in den Höhenstufen der Gemäßigten Zone

	Höhenstufe	Zahl der Arten	Pilzdichte	Zahl der Proben
Göttingen I		18	2,7	9
Alpen	III	24	3,6	10
	IV	39	2,1	23
	V	20	1,5	37
	VI	12	0,7	31
	VII	9	0,4	32
	VIII	2[1]	0,2[1]	13
	IX	5[1]	0,7[1]	4

[1] Unter Berücksichtigung der Ansätze bei Temperaturen < 22 °C.

[1] Ein Vergleich mit den Angaben REMYS (1950) für Deutschland und SOERGELS (1942) für tropische Gebirge ist nicht möglich, da diese Autoren Pollen überhaupt nicht oder nicht in allen Ansätzen als Köder verwandten.

[2] Unter Berücksichtigung der Ansätze bei niederer Temperatur.

Stufe VI der Alpen mußten erst 31 Proben durchgemustert werden, ehe 12 Arten gefunden waren.

III. Die Verteilung der Pilze auf die einzelnen Standorte und auf verschiedene Biotope

1. Alpen

a) Artenbestand der einzelnen Proben.

Um Platz zu sparen, soll der Versuch, Beziehungen zwischen einem Standort und seiner Pilzflora aufzufinden, auf eine Anzahl Tiroler Sammelstellen beschränkt werden[1] (Tab. 4).

Tabelle 4. *Die Tiroler Standorte und ihre Pilze*

Die Sammelstellen sind laufend mit fetten Zahlen durchnumeriert; die kursiven Zahlen beziehen sich auf die Pilznummern in Tab. 1; „ohne" bedeutet, daß niedere Phycomyceten fehlten. Alle Proben — ausgenommen Nr. 87, Mitte März gesammelt — wurden im August oder September (1952—1954) genommen.

1—6. Terrasse von Nößlach bei Steinach, 1340 m. **1.** Zweischürige Fettwiese mit *Trisetum flavescens, Pimpinella major, Carum carvi, Heracleum sphondyleum, Trifolium pratense* u. a.; Probe unter *Heracleum* entnommen; p_H[2] 6,5: *56*. **2.** Ebenda, unter *Pimpinella major* und *Trifolium repens*; p_H[2] 5,9: *23, 35, 50, 56*. **3.** Ebenda, feuchtere Stelle unter *Cirsium oleraceum*; p_H[2] 6,7: *49*. **4.** Haferfeld mit *Raphanus raphanistrum, Viola tricolor*; p_H[2] 6,0: *5, 7, 13, 23, 27, 35, 49, 63*. **5.** Gerstenfeld *(Hordeum distichum)* mit *Raphanus raphan., Heracleum sphondyl., Sinapis alba*: *5, 7, 10, 13, 20, 21, 23, 26, 32, 35, 41, 50, 56, 61*. **6.** Kartoffelacker: *3, 5, 7, 10, 13, 20, 21, 23, 26, 32, 35, 50, 56, 61*.

7—10. Beim Gasthaus Touristenrast bei Nößlach, 1382 m. **7.** Stark gedüngte Läger mit *Urtica urens, U. dioica, Rumex alpinus* und *Chenopodium bonus henricus*: *7, 35, 36, 56, 61*. 8—10. Kleiner Felskopf ca. 20 m hoch, nicht gedüngt, nicht beweidet, nicht gemäht, mit *Poa alpina* var. *firmula, Laserpitium latifolium, Valeriana montana, Rosa alpina, Scabiosa columbaria, Juniperus communis, Melica nutans, Sesleria varia, Polygonatum odoratum* und *P. verticillatum, Rubus saxatilis*. **8.** Felsband mit *Polygonatum odoratum, P. verticillatum* und *Rubus saxatilis*: *7, 9, 22, 24, 35, 53, 56*. **9.** Felsband mit *Laserpitium latifolium* und *Poa nemoralis*: *7, 20, 49, 56*. **10.** *Sesleria*-Treppe: *7, 24, 49, 56, 66*.

11—12. Beim kleinen Vermuntsee (Silvretta), 1725—1750 m. **11.** Wurzelerde von *Rhododendron ferrugineum*: „ohne". **12.** etwa 200 m höher als 11, Erde von jungen Erlenwurzeln abgekratzt: *10*.

13—16. Bei Heiligkreuz im Ötztal, 1740 m. **13.** Kartoffelacker: *5, 7, 21, 35, 50, 56, 57, 64*. **14.** alte Miststelle neben 13: *3, 5, 7, 18, 50, 56, 66*. **15.** gedüngte Mähwiese neben 13: *21, 35, 56*. **16.** Gerstenfeld: *5, 7, 21, 35, 45, 50, 56, 64, 66*.

17—20. *Alnus-viridis*-Gebüsch am Ufer der Venter Ache im Ötztal mit einigen *Pinus cembra*-Bäumen; als Unterwuchs u. a. *Rhododendron ferrugineum, Lonicera coerulea, Juniperus nana, Vaccinium myrtillus*; 1860 m. **17.** unter Moosen: *25, 28, 35, 53*. **18.** unter *Juniperus nana* in 10 cm Tiefe: *1, 16, 35, 40*. **19.** unter dicker Rohhumusschicht in der Nähe einer *Pinus cembra*: „ohne". **20.** unter abgestorbenem Polster von *Sempervivum arachnoideum* in einer Spalte einer fast senkrechten Felswand: *16, 35, 53*.

---

[1] Interessenten können Einsicht in das Originalexemplar der Dissertation erhalten, in dem alle Standorte mit ihrer Vegetation höherer Pflanzen und Flora niederer Phycomyceten angegeben sind.

[2] Die p_H-Werte wurden in wäßrigen Auszügen mit der Einstab-Glaselektrode bei Zimmertemperatur auch von den übrigen Proben ermittelt sind bei den folgenden Standorten aber aus Gründen, die sich aus Kapitel IV, S. 275, ergeben, nicht mehr mit angeführt.

Tabelle 4 (Fortsetzung)

21—24. Dicht bewachsener Flußschotter am Ufer der Venter Ache; 1860 m. **21.** unter *Hieracium staticifolium* und *Racomitrium canescens: 14, 19, 35, 56.* **22.** unter *Parnassia palustris* und *Polytrichum: 11, 35, 41, 55, 56.* **23.** unter *Satureja alpina* und Flechten: *14, 35, 56.* **24.** unter *Biscutella laevigata* und *Flechten: 19, 35, 56.*

25—26. Mudde aus einem Wiesentümpel am Ufer der Venter Ache, ohne Algenwatten, mit Schachtelhalmen; 1840 m. **25.** *11, 30, 37, 38, 47, 52, 54.* **26.** *11, 16, 27, 37, 47, 48, 52.*

27—28. kiesiger Boden mit reichlich Wurmkot vom Grunde eines sehr flachen, algenreichen Tümpels am Ufer der Venter Ache; 1870 m. **27.** *11, 35, 49, 50, 52.* **28.** *11, 30, 35, 42, 47, 49, 50, 53, 54.*

29—31. gedüngte Mähwiese bei Vent im Ötztal; 1900 m. **29.** *5, 13, 35, 56.* **30.** *35, 41, 56.* **31.** *7, 35, 56, 66.*

32—37. Zirbenwald bei Obergurgl im Ötztal über Biotit-Plagioklasgneis; 2000—2100 m. **32.** Osthang, Vegetationslücke mit Anflug von Staubflechten: *12, 21, 26.* **33.** Südwesthang, oberflächliche Erdschicht unter *Calluna* und *Vaccinium myrtillus*: „ohne". **34.** wie **33.** aber Erde aus 5—8 cm Tiefe: *6.* **35.** Gipfelregion; Vegetationslücke zwischen *Calluna* und *Juniperus nana*, oberflächliche Erdschicht: *21, 35.* **36.** oberflächliche Erdschicht unter Zirbe mit *Sempervivum montanum*: *12, 21, 35.* **37.** wie **36.** aber Erde aus 5 cm Tiefe, direkt über dem anstehenden Fels: *12, 35.*

38. Peilstein oberhalb Obergurgl im Ötztal, Osthang 2100 m, über Biotit-Plagioklasgneis; alpine Wiese mit *Vaccinium uliginosum, Gymnadenia conopea, Nigritella nigra: 19, 35, 56.*

39—42. Ebene anmoorige Stelle in einer Bergweide an einem Westhang oberhalb Vents im Ötztal bei der Ramolalm; 2200 m: **39.** unter *Aconitum napellus: 13, 16, 35, 56.* **40.** unter Gräsern: *13, 14, 32, 35, 53, 56.* **41.** unter Kuhmist: *13, 19, 35, 56.* **42.** sehr feuchte Stelle mit Lebermoosen: *13, 14, 35, 49, 56.*

43—54. vor dem Rotmoosferner bei Obergurgel im Ötztal; 2290—2340 m. **43.** am Fuße einer alten, stark beweideten Mittelmoräne; Probe von vegetationsfreier Stelle: *24.* **44.** wie **43.** aber Probe unter *Saxifraga aizoides: 21, 24, 49.* **45.** östlicher Hang der Stirnmoräne, spärlich bewachsen; unter *Poa alpina: 21, 24.* **46.** Kamm der Moräne; unter *Elyna myosuroides: 24.* **47.** 20 m weiter als bisher; unter *Arctostaphylos*-Spalier: *24.* **48.** östliche Seitenmoräne, Vegetationsbedeckung 50%; unter *Minuartia verna: 24, 26, 56.* **49.** ebenda unter *Achillea moschata: 24, 35, 56.* **50.** 3 m außerhalb der Moräne: Rasen deckt 100%; Weide mit starkem Übergang zum Nardetum; unter *Nardus stricta: 35, 56, 57.* **51.** etwa 100 m einwärts vom alten Gletschertor von 1850 auf der alten Mittelmoräne; Elynetum deckt 70%; unter *Elyna myosuroides: 49, 53, 56.* **52.** kleines Curvuletum auf derselben Mittelmoräne; unter *Carex curvula: 56.* **53.** Gletschervorfeld, ca. 150 m vor der Gletscherzunge von 1954; 2340 m; Vegetationsbedeckung $<1\%_{00}$; vegetationsfreie Stelle: *56.* **54.** wie **53.** aber unter handgroßem Pionierrasen von *Saxifraga oppositifolia*: „ohne".

55—57. Kieler Scharte in der Verwallgruppe. **55.** ebener Schneeboden im Kar unter der Scharte auf saurem Gneisschutt; typisches Polytrichetum norvegici; 2510 m: *16, 35, 56.* **56.** unter der Scharte auf Schutt mit etwas Amphibolit; von Gemsen und Murmeltieren mäßig beweidetes Luzuletum spadiceae; 2675 m: *63.* **57.** fragmentarisches Curvuletum auf Orthogneis: *35.*

58—60. Salicetum herbaceae am Seufertweg oberhalb Vents im Ötztal; 2710 m. **58.** *35, 42, 53, 56, 57.* **59.** *35, 53, 56, 57.* **60.** *35, 56.*

61—62. Schwemmsand am Abfluß des südlichen Sayferners im Ötztal; 2780 m. **61.** vegetationsfrei: *35.* **62.** unter Moosprotonema: *35, 56.*

63—67. Kamm der nördlichen Seitenmoräne des Guslarferners im Ötztal; 2900 m. **63.** unter *Saxifraga moschata*: *56.* **64.** unter *Senecio carniolicus*: „ohne". **65.** Spalte in einem Felsbrocken: „ohne". **66.** unter *Silene acaulis*: „ohne". **67.** unter dürftigem Grasbüschel: *35.*

68. Felsspalte am Aufstieg zum Saykogel im Ötztal; unter Moosen 2900 m: „ohne".

69—73. grober Schutt am Samoarsee im Ötztal, von Schafen und Ziegen beweidet; 2910 m. **69.** vegetationslose Stelle: *35, 53.* **70.** unter einer Caryophyllacee: *35, 56.* **71.** vegetationslose Stelle: *35, 53.* **72.** unter einem Grasbüschel: *35, 53.* **73.** unter *Polytrichum* und einer Crucifere: *35, 53, 56.*

Tabelle 4 (Fortsetzung)

74—76. westlich der Bella Vista, südlich vom Teufelsjoch im Ötztal; 3040 m. **74.** vegetationslose Stelle: „ohne". **75.** unter einem Grasbüschel: „ohne". **76.** unter dem Polster einer Caryophyllacee: *26.*

77. Felsspalte an einem SO-Hang oberhalb der Similaunhütte im Ötztal; unter Flechten; 3130 m: „ohne".

78. unter *Ranunculus glacialis* am NW-Hang des Marzellkammes im Ötztal; von einer Glimmerschieferplatte überdacht; 3148 m: „ohne".

79. unter *Saxifraga aspera* ssp. *bryoides* in einer Felsspalte am Hintergrasleck im Ötztal; 3200 m: *35, 56.*

80—81. Mittelmoräne des Mitterkarferners unterhalb der Ötztaler Wildspitze; vegetationslos; 3180 m: „ohne".

82. Felsspalte unterhalb der Kreuzspitze im Ötztal; vegetationslos: „ohne".

83. Gipfel der Kreuzspitze, häufig von Touristen besucht, mancherlei Abfälle rings um den Rastplatz; Probe von vegetationsloser Stelle am Rand des Rastplatzes; 3467 m: *35.*

84—85. unter Flechten auf dem Mitterkarjoch unterhalb der Ötztaler Wildspitze; 3470 m: „ohne".

86—87. Gipfel des Similaun im Ötztal; 3595 m. **86.** vegetationslose Stelle, wohl kaum begangen: „ohne". **87.** 20 m unterhalb des Gipfels, unter einem Stein an einer von Menschen häufig begangenen Stelle: „ohne".

88. unter Moosen zwischen Blockwerk am Gipfel der Hinteren Schwärze im Ötztal; 3628 m: „ohne".

89—93. Weißkugelgipfel (Ötztal); 3735 m. **89.** unter grünem Moos: *39, 53.* **90.** 2—3 cm dicke Erdschicht zwischen zwei fast senkrecht stehenden Gneisplatten: *53.* **91.** wie **90**: „ohne". **92.** wie **91**: *53.* **93.** unter schwarzbraunem Moos: „ohne".

Wie schon aus dieser gekürzten Übersicht (Tab. 4) hervorgeht (im ganzen wurden 150 Alpenstandorte untersucht), findet man eine bestimmte Kombination seltener Arten kaum in mehreren Proben wieder. Aus den Ackerböden Nr. 5 und 6 (S. 266) wurden je 14 Arten geködert, davon kamen die beiden häufigsten *(Karlingia rosea* und *Hyphochytrium* sp. *H 28)* und 11 seltene Arten *(Rhizophydium keratinophilum, R. patellarium, R. sphaerotheca, R.* sp. *a, Phlyctochytrium* cf. *palustre, Ph. reinboldtae Ph.* sp. *1, Entophlyctis* cf. *bulligera, Rhizophlyctis* sp. keratinophil, *Nowakowskiella profusa, Leptolegniella keratinophilum)* an beiden Standorten vor. Weniger gut war die Übereinstimmung zwischen den Proben 13—16, deren Entnahmestellen höchstens einige Meter voneinander entfernt waren. Die Standorte 13 und 16, zwei Äcker, die nicht so dicht beieinander lagen wie 13, 14 und 15, hatten fünf seltene Arten, 14 und 16 vier und 13, 14 und 16 drei gemeinsam, aber keine seltene Art kam an allen vier Standorten vor. Vergleicht man die fünf Ackerböden Nr. 4, 5, 6, 13 und 16 miteinander, so findet man nur zwei gemeinsame Arten *(Rhizophydium keratinophilum, R. patellarium)*. Selbst an einem Standort in wenigen Zentimetern oder Dezimetern Abstand voneinander eingesammelte Proben hatten oft eine recht unterschiedliche Pilzflora (Nr. 29 bis 31, 39—42, 58—60, 63—67 und andere). Darauf hat REINBOLDT (1951) bereits hingewiesen und die ungleichmäßige Verteilung der Arten als Rhizosphäreneffekt gedeutet. Sicher spielt aber auch — besonders in

offenen Gesellschaften oder an vegetationslosen Standorten — die Verteilung der Substrate im Boden eine Rolle (GARRETT 1955). Hinzu kommen kleine, vom Sammler oft nicht beachtete oder nicht notierte Besonderheiten der einzelnen Entnahmestellen. Zum Beispiel wurde *Nowakowskiella elegans* an einer sehr feuchten Stelle (Nr. 42) einer Bergweide (Nr. 39—42) gefunden, während an den trockeneren Plätzen in etwa 15 und 25 cm Entfernung unter Gras bzw. *Aconitum napellus* der Pilz nicht vorhanden war. Auch in einer Fettwiese (Nr. 1—3) blieb *N. elegans* auf eine feuchtere Stelle beschränkt; aus den früheren Arbeiten ist ja bekannt, daß *N. elegans* feuchte Standorte bevorzugt. Ob die Feuchtigkeit für die 5 Arten — *Chytriomyces hyalinus*, *Nowakowskiella* sp., *Rhizophydium pythii*, *Rhizophlyctis* sp. *N 33* und *Rhizidiomyces apophysatus* —, die in den beiden sonst sehr verschiedenen Tümpeln (Nr. 25, 26 und 27, 28) am Ufer der Venter Ache vorkamen, der wesentliche Faktor war, müßte noch geprüft werden. Für *Rhizidiomyces apophysatus* und *Rhizophydium pythii*, die jedoch beide auch saprophytisch leben können, ist vielleicht das Vorkommen geeigneter Wirtspflanzen in den Tümpeln von Bedeutung. Nach den Untersuchungen GAERTNERS (1955_1) scheint jedenfalls *Rhizidiomyces apophysatus* nicht an besonders feuchte Biotope gebunden zu sein. Der Vergleich der vier Tümpelproben zeigt außerdem, wie notwendig es ist, möglichst viele Proben von einem Standort zu untersuchen: Wenn auch fünf Arten beiden Standorten gemeinsam waren, so kam doch nur eine Art, *Rhizophydium pythii*, in allen vier Proben vor.

Auch Artenzahl und Pilzdichte können auf kleinstem Raume ziemlich stark schwanken. Als Beispiel mögen drei Proben (Nr. 58—60) aus einem äußerlich vollkommen homogen erscheinenden Bestand von *Salix herbacea* dienen. Die pilzreichste dieser drei Proben enthielt 5 Arten (14 Funde), die pilzärmste 2 Arten (2 Funde), die dritte 4 Arten (25 Funde). Da an vielen Standorten nur eine Probe genommen wurde, ist es sehr schwer zu beurteilen, wie weit über einen größeren Bereich wirksame Bedingungen, die zum Teil aus der Standortsbeschreibung erkennbar sind, und wie weit Eigentümlichkeiten des Mikrostandortes die Phycomycetenflora einer bestimmten Probe beeinflußt haben. Es mag daher hier genügen, die besonders pilzarmen und pilzreichen Proben aufzuzählen (Bezifferung der Proben wie in der Liste S. 266 ff), die Verteilung der Arten auf diese beiden Probengruppen zu untersuchen und (im nächsten Abschnitt) die Häufigkeit pilzarmer und pilzreicher Stellen in verschiedenen Biotopen zu ermitteln.

In den Proben 11, 19, 33, 54, 64—66, 68, 74, 75, 77, 78, 80—82, 84—88, 91, 93 und zwanzig anderen wurden keine niederen Phycomyceten gefunden. Die meisten „Nieten" entfielen auf die alpine und nivale Stufe, nur drei wurden in der subalpinen Stufe ermittelt. Eine davon stammte aus 50 cm

Tiefe unter dicker Rohhumusauflage (Nr. 19), eine aus der Rhizosphäre von *Rhododendron ferrugineum* (Nr. 11), die dritte wurde in einem Zirbenwald unter *Calluna* und *Vaccinium* entnommen (Nr. 33). In den Ansätzen von 39 der insgesamt 42 „Nieten" entwickelten sich immerhin noch septierte, etwas seltener unseptierte Hyphen und in einer Probe Myxomycetenfruchtkörper. Die Proben 1, 3, 12, 34, 35, 37, 43, 45—47, 52, 53, 56, 57, 60—63, 67, 69—72, 76, 79, 83, 89, 90, 92 und weitere 23 Proben enthielten 1 oder 2 Arten. Mehr als 6 Arten waren an folgenden Stellen vorhanden: 5, 6 (14 Arten); 16, 28 (9 Arten); 4, 13 (8 Arten); 8, 14, 25, 26 (7 Arten). Besonders pilzreich waren also Ackerböden und feuchte, nährstoffreiche Standorte. Letztere hatten auch im Flachland die größte Artenzahl aufzuweisen: feucht gehaltener Blumentopf (12 Arten), schattiger Grabenrand im Göttinger Botanischen Garten (9 Arten).

Außer den beiden häufigsten Arten, *Karlingia rosea* und *Hyphochytrium* sp. *H 28*, traten *Rhizophydium sphaerotheca*, ein unbestimmtes *Rhizophydium*, *Phlyctochytrium reinboldtae*, *Ph.* sp. *2*, *Entophlyctis* cf. *bulligera*, *Nowakowskiella elegans*, eine unbestimmte *Chytridiale* und *Olpidiopsis gracile* sowohl an pilzarmen wie an pilzreichen Standorten auf. In den Proben der beiden Standortsgruppen wurden insgesamt 48 Formen gefunden; davon waren 12 selten und 34 sehr selten[1] in den Alpen. Alle 12 seltenen Formen und 25 sehr seltene kamen in den 10 pilzreichsten Proben vor, während aus den pilzarmen Erden nur 7 seltene (aus den Proben 3, 35, 43, 45—47 und 6 anderen) und 11 sehr seltene (aus den Proben 12, 34, 37, 56, 69, 71, 72, 89, 90, 92 und 6 anderen) isoliert werden konnten.

b) Verteilung der Pilze auf verschiedene Biotope

Bevor wir auf die Siedlungsdichte einzelner systematischer Einheiten in den verschiedenen Biotopen eingehen, wollen wir uns an Hand der Tab. 5 einen Überblick über den Artenreichtum der Proben und die allgemeine Pilzdichte in einigen Biotopen verschaffen. In Tab. 5 sind nur solche Biotope aus den Alpen berücksichtigt, von denen mindestens 5 Proben untersucht wurden. Sie sind in der Tabelle nach der durchschnittlichen Artenzahl angeordnet. Die mittleren Artenzahlen der Ackerböden, Weideböden, Proben unter einzeln stehenden Phanerogamen in Felsspalten, auf Schutt oder zwischen Blockwerk, der Erden unter Moosen und Flechten an ähnlichen Standorten und der Proben von vollkommen vegetationslosen Standorten verhalten sich zueinander wie 26:12:4:2:1. Dementsprechend enthielten 15 der 20 Proben der vegetationslosen Standorte II überhaupt keine niederen Phycomyceten. Sehr

[1] Selten = Vorkommen in 5—12, sehr selten in weniger als 5 Proben (siehe S. 260).

hoch war auch der Anteil der „Nieten" bei den vegetationslosen Standorten I (3 von 9) und bei Moos- und Flechtenstandorten. Bei den Flechtenstandorten ist das verständlich, denn HARDER u. UEBELMESSER (1958), die den auf niedere Pilze zu untersuchenden Erdaufschwemmungen zermörserte Einzelflechten oder Flechtengemische zufügten, konnten eine Hemmwirkung auf einige Phycomycetenarten feststellen. Bei einigen der pilzarmen Standorte spielt aber außer der möglichen Hemmstoffbildung durch Flechten sicher auch der Nahrungsmangel eine Rolle. Zum Beispiel enthielten die Proben 84 und 85 (siehe S. 268) nur sehr

Tabelle 5. *Artenzahl und Pilzdichte in einigen Biotopen der Alpen*

Biotop	kleinste Artenzahl	größte Artenzahl	mittlere Artenzahl	Pilzdichte
Äcker	8	14	10,6	5,3
Weiden, Läger	3	7	4,8	2,4
Fettwiesen	1	4	2,9	1,7
Sonstige Rasengesellschaften	1	7	1,8	1,4
Zirbenwald	0	3	1,8	1,1
Laubgehölze der subalpinen Stufe	0	4	1,8	0,9
Schutt und Felsspalten I[1]	0	5	1,6	0,8
Vegetationslose Stellen I[2]	0	5	1,4	0,9
Schutt und Felsspalten II[3]	0	3	0,8	0,5
Vegetationslose Stellen II[4]	0	3	0,4	0,2
Alpen, Mittel[5,6]			2,6	1,3

[1] Unter einzeln stehenden Phanerogamen; [2] unter Moosen und Flechten; [3] in offenen Gesellschaften; [4] vollkommen vegetationslos (Gesellschaften mit weniger als 1 ‰ Deckung); [5] einschließlich weiterer, in der Tabelle nicht genannter Standorte; [6] in gedüngtem Land waren die Mittelwerte 6,1 und 3,1.

wenig Feinerde mit kaum wahrnehmbarem Flechtenbewuchs. Rund $^1/_5$ der unter einzelnen Phanerogamen auf Moränen, zwischen Blockwerk oder in Felsspalten gesammelten Erden enthielten ebenfalls keine niederen Phycomyceten. Von den 10 pilzreichsten Proben stammten 5 von Äckern, je 1 von Lägern und „Sonstigen Rasengesellschaften" und 3 aus Tümpeln (Biotop 9, Tab. 6).

Fast genau dieselbe Reihenfolge der Biotope wie bei ihrer Anordnung nach der mittleren Artenzahl ergibt sich, wenn man sie nach der Pilzdichte einstuft (Tab. 5, letzte Spalte). Die Äcker liegen wieder an der Spitze, die Weiden waren nicht halb so dicht besiedelt und den Schluß bilden wiederum die vollkommen vegetationslosen Standorte mit weniger als $^1/_{10}$ der Pilzdichte der Weiden.

Vergleicht man die Siedlungsdichten der einzelnen Gattungen, so fällt auf, daß *Rhizophydium* und *Phlyctochytrium* in Fettwiesen (Biotop Nr. 3,

Tabelle 6. *Liste sämtlicher Biotope und Dichte der Phycomycetenarten in verschiedenen Biotopen der Alpen*

Die Zahlen geben an, in wieviel Prozent der Ansätze der Pilz gefunden wurde; ein + bedeutet, daß der Pilz in dem Biotop vorkam. P = Zahl der untersuchten Proben, A = Zahl der Ansätze. Formen unbestimmter Gattungszugehörigkeit (Nr. *27*, *53*) wurden nicht in die Tabelle aufgenommen

Nr. Biotop	P	A	*Rhizophydium*													*Phlyctochytrium*												*Pilz Nr.*
			1	*3*	*5*	*6*	*7*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*16* a	*16* b	*18*	*19*	*20*	*21*	*22*	*23*	*24*	*25* a	*25* b	*26*	*28*	*30*	*32*	
1 Äcker, Blumentopf[1]	5	40		10	33		85		5			30						5	45		40				33			5	
2 Weiden, Läger	8	73		1	3		22					16	23	3		1	1										1	
3 Fettwiesen	7	35			3		6					3							3		3							
4 Sonstige Rasengesellsch.	13	85					19	2						6			1	1		10		7						
5 Zirbenwald	6	30				3					37								17						7			
6 Laubgehölze der subalpinen Stufe	5	40	3						10					5									3			20		
7 Ericaceenwald[2]	—	—																										
8 Dicht bewachsener Flußschotter	4	40								+			+				+											
9 Tümpel, Grabenrand[1], Ufer[2]	4	40								+				+													+	
10 Schneetälchen	4	35												+														
11 Schutt und Felsspalten I[3]	38	298				2	<1							1					2			10			4			
12 Schutt und Felsspalten II[3]	12	100																										
13 Vegetationslose Stellen I[4]	9	75																	5			17			3			
14 Vegetationslose Stellen II[4]	20	160						4																				
15 Quebradarand[2]	—	—																										
16 Páramo[2]	—	—																										
17 Sonstige Standorte	15	130									3		1		2		1							1				

Nr.	Biotop	P	A	35	36	37	38	*Chytridium* 39	40	41	42	*Chytriomyces* 44	45	46	47	48	*Nowakowsk.* 49	50	52	54	55	56	57	61	63	64	66
1	Äcker, Blumentopf[1]	5	40	75						3			3				10	23				67	3	18	13	18	3
2	Weiden, Läger	8	73	60	8												1	10				84	4				1
3	Fettwiesen	7	35	40						3							14	3				86					9
4	Sonstige Rasengesellsch.	13	85	26													7					57			2		2
5	Zirbenwald	6	30	43																							
6	Laubgehölze der subalpinen Stufe	5	40	18					23																		
7	Ericaceenwald[2]	—	—																								
8	Dicht bewachsener Flußschotter	4	40	+						+											+	+					
9	Tümpel, Grabenrand[1], Ufer[2]	4	40	+		+	+				+				+	+	+	+	+	+							
10	Schneetälchen	4	35	+							+											+	+				
11	Schutt und Felsspalten I[3]	38	298	27				6						3			1					20					
12	Schutt und Felsspalten II[3]	12	100	17				8														8	9		2		
13	Vegetationslose Stellen I[4]	9	75	19																		25					
14	Vegetationslose Stellen II[4]	20	160														3					13					
15	Quebradarand[2]	—	—																								
16	Páramo[2]	—	—																								
17	Sonstige Standorte	15	130	19					1			7										18			4		

[1] Proben aus der Göttinger Umgebung. — [2] Proben aus tropischen Gebieten; sie wurden in diese Tabelle aufgenommen, um sie für die Standortangaben in Tab. 1 auffindbar zu machen. Die in ihnen vorkommenden Pilze sind jedoch in dieser den Alpen gewidmeten Tabelle nicht mit angeführt; man findet sie in Tab. 1. — [3] Vgl. Anmerkung 1 zu Tab. 3. — [4] Vgl. Anmerkung 2 zu Tab. 3.

Tab. 6) seltener anzutreffen waren als in den unter „Sonstige Rasengesellschaften" (Nr. 4, Tab. 6) zusammengefaßten Magerwiesen, Curvuleten und Elyneten: *Rhizophydium* hatte in den Fettwiesen eine Dichte von nur 12 % (Summe der Werte in Spalte 3, Stab *5—16* in Tab. 6), in den übrigen Rasengesellschaften (Weiden ausgenommen) aber betrug die Dichte 27 % (Summe der Werte in Spalte 4, Stab *5—16* in Tab. 6). Die entsprechenden Werte für *Phlyctochytrium* waren 6 % und 20 %. Während aber *Rhizophydium* in Weideböden häufig war, kam *Phlyctochytrium* dort nur in 2 Ansätzen vor. Ob einzelne *Phlyctochytrium*-Arten, wie z.B. *Phlyctochytrium* sp. *2* (Nr. *24*) ungedüngte Böden bevorzugen, müßte noch untersucht werden. *Phlyctochytrium* sp. *2* fehlte den Äckern, Weiden und Fettwiesen, kam aber an verschiedenen natürlichen Standorten vor und erreichte dort eine mittlere Dichte von rund 5 %, der größte Wert war 17 % (vegetationslose Stellen I). Außerhalb der Alpen wurde *Phlyctochytrium* sp. *2* in einem Blumentopf (Göttingen), in Felsspalten und unter Rasen (Karakorum) gefunden. Über $^1/_3$ der Proben aus der Höhenstufe IV der Alpen stammte von Äckern, Fettwiesen oder Weiden. Trifft die Annahme zu, daß *Phlyctochytrium* sp. *2* gedüngte Böden meidet, so wäre es erklärlich, daß die Art in Stufe IV nicht gefunden wurde. In den gedüngten Böden erreichten dagegen die häufigen Arten *Karlingia rosea* und *Hyphochytrium* sp. *H 28* ihre größte Dichte, nämlich 60 % bzw. 80 % gegen 23 % in den natürlichen Böden. Das viel seltenere *Rhizophydium patellarium* war ebenfalls in den gedüngten Erden weiter verbreitet als an natürlichen Standorten (23 % gegen 3 %). Die mittlere Pilzdichte des gedüngten Landes ist rund doppelt so groß wie der Durchschnittswert für die Alpen (in Stufe IV betrug das Verhältnis 3:2).

Karlingia rosea und *Hyphochytrium* sp. *H 28* konnten aber auch noch in sehr humusarmen Böden gedeihen. Letztere Art wurde z.B. aus vegetationslosem Schutt eines Gletschervorfeldes [Probe Nr. 53, S. 267, Gehalt an organischem Kohlenstoff $<0{,}1$ %[1]] herausgeködert.

2. Subtropen und Tropen

Von den Standorten des Karakorum und Himalaya hatte ein Gerstenfeld auf sandigem Schwemmboden einer Hochterasse im oberen Hasanabad-Tal, 3600 m über dem Meeresspiegel, die größte Pilzdichte (2,9) und Artenzahl (5 Arten) aufzuweisen. Sechs Proben waren frei von niederen Phycomyceten; zwei von ihnen stammten von wahrscheinlich vegetationslosen Stellen aus 3900 und 4150 m Höhe, eine Probe aus 4000 m Höhe enthielt hauptsächlich Rohhumus von *Juniperus*-Nadeln, eine andere war an gerade aper gewordenem Südhang, 4500 m über dem Meeresspiegel, unter *Polygonum* sp. entnommen worden. Von den restlichen zwei pilzfreien Proben liegen außer den geographischen Ortsangaben keine Beschreibungen vor.

Unter den 26 tropischen Erden befanden sich drei „Nieten", je eine von Sandfeldern, 4150 m über dem Meeresspiegel, und der Schneegrenze, 4650 m über dem

[1] Bestimmt nach der Methode Walkley-Black (WALKLEY 1947).

Meeresspiegel, des Ruiz in Columbien und eine aus Weideboden des Ericaceengürtels in Äthiopien, 3200 m über dem Meeresspiegel. Die tropischen Weideböden erreichten im Gegensatz zu den alpinen nur eine geringe Pilzdichte und durchschnittliche Artenzahl. Überhaupt lag hier die durchschnittliche Pilzdichte des Kulturlandes (ohne Weideböden) nicht wesentlich über dem Gesamtdurchschnittswert, entsprechend den Befunden Gaertners (1955_1) in Afrika. Die mittlere Artenzahl des Kulturlandes war auch nur wenig größer als die durchschnittliche Zahl. Die pilzreichsten Böden einerseits sowie die Ein- und Zweipilzböden andererseits sind in Tab. 7 zusammengestellt. In der Páramoformation befanden sich sowohl die zwei pilzreichsten (Nr. 1 und 2) wie ausgesprochen pilzarme Proben (Nr. 6, 13, 14). Pilzdichte und mittlere Artenzahl der Páramoformation glichen den Werten für die alpinen Weideböden. In den pilzarmen Proben waren hauptsächlich *Karlingia rosea* (Pilz Nr. *35*) und *Hyphochytrium* sp. *H 28* (Nr. *56*) vertreten. Nur in den pilzarmen Erden der Páramoformation (Nr. 5, 6 in Tab. 7) und am Gipfel des Pichincha-Rucu in 4600 m Höhe kamen auch seltenere Arten vor (siehe Tab. 7).

IV. Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die Pilzdichte und die Häufigkeit von Karlingia rosea und Hyphochytrium sp. *H 28*

Im Mittel ergab sich eine etwas dichtere Besiedlung der schwach sauren Böden mit p_H-Werten zwischen 6,0 und 6,9. Für diesen Bereich wurde eine Pilzdichte von 129 % errechnet gegenüber 83 % für Böden mit einem p_H-Wert zwischen 4,0 und 4,9 und 92 % für Erden mit p_H-Werten zwischen 7,0 und 7,9. Noch undeutlicher sind die Beziehungen zwischen den p_H-Werten der Standorte und der Häufigkeit einzelner Arten. *Karlingia rosea* war z. B. in stark sauren und schwach sauren Böden der Alpen gleich verbreitet (Vorkommen in 51—56 % der Proben); die Art kam aber auch noch in 30 % der schwach alkalischen Proben vor. *Hyphochytrium* sp. *H 28* schien dagegen eher die stark sauren Böden zu meiden und am besten im schwach sauren bis schwach alkalischen Bereich fortzukommen (p_H 4,0—4,9: Vorkommen in 27 % der Proben; p_H 5,0 bis 5,9: 41 %; p_H 6,0—6,9 und p_H 7,0—7,9: 44 %).

Besprechung

Nach Angaben in der Literatur enthält die Flora *höherer* Pilze jeder Klimazone neben Kosmopoliten auch dieser Klimazone eigene Elemente (Lind 1934; Diehl 1937; Linder 1947; Wolf u. Wolf 1949, Bd. 2, S. 395f.), und in geographisch abgegrenzten Gebieten lassen sich für eine Reihe höherer Pilze bestimmte Häufigkeits- und Mannigfaltigkeitszonen erkennen, die rezente Klimaverhältnisse widerspiegeln oder historisch zu erklären sind (Rippel 1940; Sizova 1953; Sizova u. Parijskaja 1953; Castelli 1954; Sörgel 1957).

Für Gattungen oder höhere systematische Einheiten der *niederen* Phycomyceten ließen sich dagegen weder innerhalb eines Landes (Remy 1951) noch innerhalb eines Kontinentes (Gaertner 1955_1[1]) Häufigkeits-

[1] Gaertner fand allerdings eine ungleichmäßige Verteilung dreier *Arten* über den Kontinent Afrika.

Tabelle 7. *Pilzreiche und pilzarme Proben aus tropischen Gebirgen*

Nr.	Standort[1]	Exposition	Höhe in m ü. M.	pH	Pilz Nr. 10	12	14	15	17	20	35	36	43	50	53	56	59	62	Artenzahl
1	Pichincha-Rucu, Ecuador: Páramogrenze[2] mit Bach	O	3900	6,7	+		+			+	+		+	+	+	+	+	+	10
2	Pichincha-Rucu, Ecuador: Páramo	O	4000	—	+		+		+	+	+		+				+		7
3	Pichincha-Rucu, Ecuador: Weizenfeld	O	3700	6,9	+					+	+	+	+			+		+	7
4	Kaffeesträucher, Ostkordillere Columbiens		1800	—							+					+			2
5	Pichincha-Rucu, Ecuador: Weide, Páramogrenze	O	4100	6,8				+			+								2
6	Pichincha-Rucu, Ecuador: Páramograt		4400	—					+		+								2
7	Pichincha-Rucu, Ecuador: Gipfelregion		4600	—		+					+								2
8	Pichincha-Rucu, Ecuador: Gipfelregion		4650	6,2							+					+			2
9	Pichincha-Rucu, Ecuador: Gipfelregion		4700	6,8							+					+			2
10	Äthiopien: Hochweide, Damota-Wodan		3000	—							+					+			2
11	Äthiopien: Anmooriger Boden im Ericaceengürtel, Dita-Gamu		3400	—							+					+			2
12	Äthiopien: Hochweide, Dita-Gamu		3400	—							+					+			2
13	Páramo, Zentralkordillere Columbiens		3200	3,8[3]							+								1
14	Páramo, Hochtalmulde, am Pichincha-Rucu, Ecuador	W	4550	—							+								1

[1] Ausführlichere Beschreibungen der Standorte liegen nicht vor. — [2] Die Páramos sind Grasfluren, die sich in den nördlichen Anden oberhalb des Nebelwaldes ausbreiten. Charakterpflanzen der Páramoformation sind die Espeletien, Schopfbäume aus der Familie der Compositen. — [3] Der pH-Wert wurde am 4. 8. 1953 im Laboratorium der Kaffee-Versuchszentrale in Chinchiná bestimmt.

gebiete feststellen, und den einzelnen Klimazonen scheinen, vergleicht man die in zahlreichen Arbeiten verstreuten Angaben, nur ihnen eigentümliche Chytridineengattungen zu fehlen. Auch die in arktischen Böden (Harder 1954; Gaertner 1955_1) und in Hochgebirgserden bisher (Sörgel 1942; Shanor 1944; Breiding 1951; Harder 1954) und im Laufe der eigenen Arbeit gefundenen Chytridineen*gattungen* sind Kosmopoliten. Weitere Untersuchungen müssen klären, ob nicht die Areale wenigstens einiger *Arten* enger und durch klimatische Faktoren begrenzt sind, und welche Rolle Ökotypen spielen. In den Alpen wurde eine Reihe bisher unbekannter Arten (Persiel 1960) gefunden, von denen einige *(Chytridium* sp. *2307*, *Chytriomyces mortierellae* n. sp., *Chytriomyces vallesiacus* n. sp. und eine unbestimmte *Chytridiale)* nur in Höhen oberhalb 2500 m über dem Meeresspiegel vorkamen, die jedoch mit Ausnahme des *Hyphochytrium* sp. *H 28* sehr selten waren und wahrscheinlich in anderen Gebieten nur deshalb nicht entdeckt wurden, weil sie dort ebenso spärlich sind. *Hyphochytrium* sp. *H 28* ist in früheren Arbeiten anscheinend häufig mit *Olpidium* verwechselt worden; der Pilz kommt außer in den Hochgebirgserden auch ziemlich häufig in den bei Göttingen eingesammelten Proben vor und trat auch in Erden aus den USA (eigene Untersuchungen) und aus Australien (eigene Untersuchungen) auf, ist also weltweit verbreitet.

Friedrich (1940, 1942), der ausgedehnte ökologische Studien an höheren Pilzen durchführte, konnte den alpinen Pflanzenformationen bestimmte Leitpilze zuordnen; in den Fichten-Lärchenwäldern traten je nach der Höhenlage verschiedene Leitformen auf. Nach unseren derzeitigen Kenntnissen kommen bei den niederen Pilzen derartig enge Bindungen an die Vegetation der höheren Pflanzen nicht vor (Scholz 1958_1). Die hier mitgeteilten Ergebnisse der Untersuchungen an Hochgebirgserden aus den verschiedensten Formationen bieten ebenfalls keine Anhaltspunkte dafür. Der Bestand an höheren Pflanzen ist nur insofern nicht ganz ohne Bedeutung, als er Mikroklima und Bodenfaktoren beeinflußt, über deren Wirkung auf die Phycomycetenflora einige Beobachtungen vorliegen. Die einschneidensten Veränderungen ruft der Kochsalzgehalt des Bodens hervor (Scholz 1958_1, Höhnk 1958), der uns hier aber nicht weiter interessiert. Gute Durchfeuchtung des Bodens begünstigt nach Remy (1950) — abgesehen von *Karlingia rosea* — die niederen Phycomyceten, besonders *Nowakowskiella elegans*, wofür sich auch in der vorliegenden Arbeit einige Beispiele beibringen ließen.

Noch wenig geklärt ist der Einfluß des p_H-Wertes. Remy fand, daß unter anderen *Rhizophlyctis rosea* (= *Karlingia*) und die Gattung *Nowakowskiella* alkalische Böden bevorzugen. Gaertner (1955_1) konnte für einige Arten Optimumskurven aufzeichnen; für *Karlingia rosea* lag das Optimum zwischen p_H 5,5 und p_H 6,0. Für die Häufigkeit dieses Pilzes

in den Alpenproben scheint der p_H-Wert aber weniger ausschlaggebend zu sein.

In Kulturböden hoher Breiten kann sich trotz des ungünstigen Klimas eine relativ reichhaltige Phycomycetenflora entwickeln (HARDER 1954; GAERTNER 1955_1). Düngung und Bodenbearbeitung, deren Einfluß auf die Bakterienflora der Hochgebirgserden von DÜGGELI (1925) und GRUNDMANN (1934) hervorgehoben werden, begünstigen auch in den Alpen eine üppigere Entfaltung der Bodenphycomyceten. Die Beziehungen zwischen der Pilzhäufigkeit der meisten Arten und dem Düngungszustand des Bodens sind allerdings noch sehr undurchsichtig, während andere Arten *(Rhizophydium patellarium, Karlingia rosea, Hyphochytrium* sp. *H 28)* eindeutig durch die Düngung gefördert werden aber zum Teil auch noch in sehr humusarmen Böden gedeihen können.

Wenn auch keine Gattung oder Art ein Häufigkeitsmaximum in einer bestimmten Höhenstufe oder Pflanzenformation hatte, so reagierten doch nicht alle Pilze gleichmäßig auf die sich mit der Höhe ändernden Bedingungen. Am wenigsten betroffen wurde *Karlingia rosea*, die sich also ähnlich wie *Penicillium* in den von KREHL-NIEFFER (1951) untersuchten Erdproben aus den Alpen verhielt, während die Häufigkeit von *Hyphochytrium* sp. *H 28* oder von *Rhizophydium, Phlyctochytrium* und *Nowakowskiella* rascher mit der Höhe abnahm.

Die Alpen haben, wenn man das Ergebnis sämtlicher Proben zusammenfaßt, eine arten- und individuenreichere Phycomycetenflora als Schwedisch Lappland. Das ist aber wohl sicher zum Teil auf den stärkeren menschlichen Einfluß (Bodenbearbeitung, Düngung) in den Alpen zurückzuführen. Vielleicht spielt auch das Klima eine Rolle. Zum Beispiel könnten die starken Expositionsdifferenzen im Hochgebirge Siedlungsmöglichkeiten für Arten mit den verschiedensten ökologischen Ansprüchen schaffen, während in der Arktis die Wirkung der Strahlungsexposition wegen des größeren Anteils der diffusen Strahlung an der Gesamtstrahlung weniger ausgeprägt ist. Ob das aber wirklich Einfluß auf die Phycomycetenflora hat, läßt sich einstweilen nicht entscheiden. In der alpinen Stufe, wo menschliche Einflüsse eine geringere Rolle spielen, waren nämlich die Unterschiede in der Artenzahl und Pilzdichte in der Arktis bei Abisko (GAERTNER 1955_1) und in den Alpen nicht sonderlich groß. Nur *Karlingia rosea* war in den Alpen oberhalb der Baumgrenze noch doppelt so häufig anzutreffen wie in der alpinen Stufe Schwedens.

Zusammenfassung

1. 150 Bodenproben aus den Alpen, 15 aus dem Karakorum und Himalaya, 19 aus den columbianischen und ecuadorianischen Anden, 1 vom Ufer des Rio Magdalena, 6 aus dem Hochland Äthiopiens und 9 aus

der Göttinger Umgebung wurden auf ihren Gehalt an niederen Phycomyceten untersucht.

2. Aus den 200 Proben ließen sich 16 Gattungen der *Chytridiales* mit über 50 Formen, je 2 Gattungen der *Anisochytridiales*, *Blastocladiales* und *Plasmodiophorales* und je eine Gattung der *Monoblepharidales* und *Lagenidiales* herausködern.

3. Alle in den Alpen gefundenen Gattungen sind Kosmopoliten. *Allomyces* kam nur in einer Probe aus Göttingen, *Pleotrachelus* nur in einer Erde aus dem Karakorum vor. *Blyttiomyces* und *Monoblepharis* wurden je dreimal und *Octomyxa* wurde einmal im tropischen Hochgebirge gefunden.

4. In allen Gebieten waren *Hyphochytrium* und *Karlingia* am häufigsten, obwohl sie — ausgenommen in den Göttinger Proben — nur durch je eine Art vertreten waren: *Karlingia* durch *K. rosea* und *Hyphochytrium* durch eine als *H.* sp. *H 28* bezeichnete Art. In den Alpen waren außerdem *Rhizophydium*, *Phlyctochytrium* und *Nowakowskiella* noch in mehr als 10 % der Proben anzutreffen.

5. Die Flora niederer Phycomyceten war zwar in den unteren Höhenstufen der Alpen (bis zu 2500 m über dem Meeresspiegel) sehr artenreich (insgesamt wurden hier 42 Arten und einige unbestimmbare Formen gefunden), die einzelnen Proben enthielten aber in fast $^2/_3$ der Fälle weniger als 4 Arten. Lediglich aus Ackerböden konnten bis zu 14 Arten je Probe, die 9 Gattungen angehörten, herausgeködert werden.

6. In den Proben aus über 2500 m Höhe wurde nur wenig mehr als ein Dutzend Arten gefunden. Die mittlere Pilzdichte in den Erden aus Höhen zwischen 2500 und 4500 m betrug rund $^1/_6$ der mittleren Pilzdichte in den Proben aus Höhen über 1000 bis zu 2500 m über dem Meeresspiegel.

7. *Nowakowskiella* und *Phlyctochytrium* waren in Höhenstufe IV (über 1500—2000 m) nur etwa halb so häufig wie in Höhenstufe III (über 1000 bis 1500 m). Bei *Rhizophydium* setzte ein stärkerer Rückgang der Häufigkeit erst in Höhen über 2000 m und bei *Hyphochytrium* erst oberhalb 2500 m ein. Die Abnahme der Häufigkeit von *Karlingia* mit zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel war relativ unbedeutend.

8. Vier Arten, *Chytriomyces mortierellae* n. sp., *Ch. vallesiacus* n. sp., *Chytridium* sp. *2307* und eine unbestimmte Chytridiale kamen nur in Höhen über 2500 m vor, waren dort aber sehr selten. Es kann nicht als sicher gelten, daß sie spezifische Hochgebirgsformen sind.

9. Die Wasserstoffionenkonzentration des Bodens scheint kaum einen Einfluß auf die Verbreitung von *Karlingia rosea* und *Hyphochytrium* sp. *H 28* zu haben. Die Pilzdichte war im Mittel in Erden mit p_H-Werten zwischen 6,0 und 6,9 am größten.

Herrn Professor Dr. R. Harder danke ich für die Anregung zu dieser Arbeit und für sein stetes Interesse am Fortgang der Untersuchungen.

Literatur

BRAUN, A.: Über Chytridium, eine Gattung einzelliger Schmarotzergewächse auf Algen und Infusorien. Abh. kgl. Akad. Wiss. Berlin 1855, 21 (1856).

BREIDING, R.: Über das Vorkommen niederer Phycomyceten in verschiedenen geographischen Höhenlagen. Göttinger Staatsexamensarbeit, nicht veröffentlicht (1955).

CASTELLI, T.: Les agents de la fermentation vinaire. Arch. Mikrobiol. **20**, 330 (1954).

COUCH, J. N.: Technic for collection, isolation and culture of Chytrids. J. Elisha Mitchell Sci. Soc. **55**, 208 (1939).

DIEHL, W. W.: A basis for mycogeography. J. Wash. Acad. Sci. **27**, 244 (1937).

DÜGGELI, M.: Studien über die Bakterienflora alpiner Böden. Veröff. Inst. Rübel, Zürich **3**, 204 (1925).

FRIEDRICH, K.: Untersuchungen zur Ökologie der Höheren Pilze. Pflanzenforschung **22**, 1 (1940).

FRIEDRICH, K.: Pilzökologische Untersuchungen in den Ötztaler Alpen. Ber. dtsch. bot. Ges. **60**, 218 (1942).

GAERTNER, A.: Über das Vorkommen einiger niederer Erdphycomyceten in Afrika, Schweden und an einigen mitteleuropäischen Standorten. Arch. Mikrobiol. **21**, 4 (1955_1).

GAERTNER, A.: Einige physiologische und morphologische Beobachtungen an Kulturen niederer Phycomyceten (Rhizophydium, Phlyctochytrium). Arch. Mikrobiol. **21**, 167 (1955_2).

GARRET, S. D.: Presidential address. Microbiol. ecology of the soil. Trans. Brit. Mycol. Soc. **38**, 1 (1955).

GRUNDMANN, E.: Beiträge zur Ökologie von Bacillus mycoides Flügge. (Nach Untersuchungen im Hochgebirge). Arch. Mikrobiol. **5**, 57 (1934).

HARDER, R.: Über das Vorkommen niederer Phycomyceten in deutschen Böden. Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Klasse **5** (1948).

HARDER, R.: Über die arktische Vegetation niederer Phycomyceten. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Klasse IIb, Biol.-physiol.-chem. Abt. Nr. **1** (1954).

HARDER, R., u. E. UEBELMESSER: Über marine saprophytische Chytridiales und einige andere Pilze vom Meeresboden und Meeresstrand. Arch. Mikrobiol. **22**, 87 (1955).

HARDER, R., u. E. UEBELMESSER: Notiz zur Frage des Vorkommens von Chytridineen und anderen Pilzen in tiefen Bodenschichten. Arch. Mikrobiol. **26**, 353 (1957).

HARDER, R., u. E. UEBELMESSER: Über die Beeinflussung niederer Phycomyceten durch Flechten. Arch. Mikrobiol. **31**, 82 (1958).

HARDER, R., u. E. GALLWITZ-UEBELMESSER: Über niedere Phycomyceten Australiens. Arch. Mikrobiol. **32**, 115 (1959).

HARVEY, J. V.: A study of western watermolds. J. Elisha Mitchell Sci. Soc. **58**, 16 (1942).

HASKINS, R. H., and W. H. WESTON: Studies in the lower Chytridiales. I. Factors affecting pigmentation, growth and metabolism of a strain of Karlingia. Amer. J. Bot. **37**, 272 (1950).

HÖHNK, W.: Fortschritte der marinen Mycologie in jüngster Zeit. Naturw. Rundschau **11**, 39 (1958).

INGRAHAM, J. L., and R. EMERSON: Studies of the nutrition and metabolism of the aquatic Phycomycete Allomyces. Amer. J. Bot. **41**, 146 (1954).

JENNY-LIPS, H.: Vegetation der Schweizer Alpen. Zürich 1948.

KARLING, J. S.: The simple holocarpic biflagellate Phycomycetes including a complete host index and bibliography. Published by the author. New York City 1942.

Karling, J. S.: The Plasmodiophorales, including a complete host index, bibliography and a description of diseases caused by species of this order. Published by the author. New York City 1942.

Karling, J. S.: The life history of Anisolpidium ectocarpii gen. nov. et sp. nov. and a synopsis and classification of other fungi with anteriorly uniflagellate zoospores. Amer. J. Bot. **30**, 637 (1943).

Kobayashi, Y., and H. Fukushima: On the red and green snow newly found in Japan I. (japanisch); zit. nach Biol. Abstr. Sect. D Vol 29 Entry 6552, Bot. Mag. (Tokyo) **65**, 75 (1952).

Krehl-Nieffer, R. M.: Verbreitung und Physiologie mikroskopischer Bodenpilze. (Eine Studie als Beitrag zur Mikroflora der Umgebung Stuttgarts.) Arch. Mikrobiol. **15**, 389 (1951).

Lind, J.: Studies on the geographical distribution of arctic circumpolar micromycetes. Kgl. Danske Videnskab. Selskab. Biol. Meddelelser **11**, 2 (1934).

Linder, H. D.: in Polunin, N.: Botany of the Canadian Eastern Arctic II. Thallophyta and Bryophyta 4. Fungi. Nat. Museum Canad. Bull. **97**, 234 (1947).

Lilly, V. G., and H. L. Barnett: Physiology of the fungi. New York, Toronto, London: Mc. Graw-Hill Book Co. Inc. **1942**.

Machlis, L.: Growth and nutrition of watermolds in the subgenus Euallomyces. I. Growth factor requirements. Amer. J. Bot. **40**, 189 (1953_1).

Machlis, L.: Growth and nutrition of watermolds in the subgenus Euallomyces. II. Optimal composition of the minimal medium. Amer. J. Bot. **40**, 450 (1953_2).

Persiel, I.: Über Phlyctochytrium reinboldtae n. sp. Arch. Mikrobiol. **32**, 411 (1959).

Persiel, I.: Beschreibung neuer Arten der Gattung Chytriomyces und einiger seltener niederer Phycomyceten. Arch. Mikrobiol. **36**, 283 (1960).

Quantz, L.: Untersuchungen zur Ernährungsphysiologie einiger niederer Phycomyceten. Jb. wiss. Bot. **91**, 120 (1943).

Reinboldt, B.: Über die Verteilung niederer Phycomyceten in Erdboden. Arch. Mikrobiol. **16**, 177 (1951).

Remy, E.: Über niedere Bodenphycomyceten. Arch. Mikrobiol. **14**, 212 (1950).

Rippel, A.: Über die Verbreitung von Aspergillus niger, insbesondere in Deutschland. Arch. Mikrobiol. **11**, 1 (1940).

Robbins, W. J., and F. Kavanagh: Thiamin and growth of Pythium butleri. Bull. Torrey Bot. Club **65**, 453 (1938).

Rothwell, F. H.: Nutritional requirements of Phlyctorhiza variabilis. Amer. J. Bot. **43**, 28 (1956).

Scholz, E.: Über niedere Phycomyceten aus Salzböden und ihr Verhalten in Salzlösungen. Arch. Mikrobiol. **30**, 119 (1958).

Shanor, L.: A new Monoblepharella from Mexico. Mycologia (N. Y.) **34**, 214 (1942).

Shanor, L.: Additional records of aquatic Phycomycetes from Mexican soils. J. Wash. Acad. Sci. **34**, 330 (1944).

Sizova, T. P.: Die geographische Zonenbildung in der Verbreitung der Penicillien und die Evolution innerhalb dieser Gattung (russisch). Bjul. Moskov. Obšč. Ispyt. Prir. N. S. Otdel. Biol. **58**, 71 (1953); zit. nach Ber. wiss. Biol. **88**, 120 (1954).

Sizova, T. P., u. A. N. Parijskaja: Jahreszeitliche Veränderungen im Verhältnis der Sektionen der Gattung Penicillium im Boden (russisch). Bjul Moskov. Obšč. Ispyt. Prir. N. S. Otdel. Biol. **58**, 95 (1953); zit. nach Ber. wiss. Biol. **92**, 250 (1954).

Sörgel, G.: Über die Verbreitung einiger niederer Phycomyceten in Erden Westindiens. Beih. Biol. Zbl., Abt. B **61**, 1 (1942).

Sörgel, G.: Vorkommen und Verbreitung epiphyller Pilze in China. Z. Pilzkunde **23**, 100 (1957).

Sparrow, F. K.: Aquatic Phycomycetes, exclusive of the Saprolegniaceae and Pythium. London: Univ. Michigan Press, Ann. Arbor and Oxford Univ. Press 1943.

Stanier, R. Y.: The cultivation and nutrient requirements of a chytridiaceous fungus, Rhizophlyctis rosea. J. Bact. **43**, 499 (1942).

Tiesenhausen, M. Baron: Beiträge zur Kenntnis der Wasserpilze der Schweiz. Arch. Hydrobiol. u. Planktonkunde **7**, 261 (1912).

Walkley, A.: A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils. Soil Sci. **63**, 251 (1947).

Willoughby, L. G.: Studies on soil chytrids. III. On Karlingia rosea Johanson and a multioperculate chytrid parasitic on Mucor. Trans. Brit. Mycol. Soc. **41**, 309 (1958).

Wolf, F. A., and F. T. Wolf: The Fungi. London: John Wiley & Sons 1949.

Yaw, K. E., and V. M. Cutter: Crosses involving biochemically deficient mutants of Allomyces arbuscula. Mycologia (N. Y.) **43**, 156 (1951); zit. nach Machlis (1953_1).

Archiv für Mikrobiologie 36, 283—305 (1960)

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Göttingen

Beschreibung neuer Arten der Gattung Chytriomyces und einiger seltener niederer Phycomyceten

Von

INGETRAUD PERSIEL

Mit 14 Textabbildungen

(Eingegangen am 14. April 1960)

In zahlreichen Erdproben aus in- und ausländischen Hochgebirgen traten neben gut erkennbaren niederen Phycomyceten (PERSIEL 1960) auch andere auf, die sich nach der Literatur nicht oder nur unsicher bestimmen ließen. Diese Pilze werden nachstehend näher beschrieben.

CHYTRIDIALES

Olpidiaceae

Pleotrachelus sp. *K* (Abb. 1). Der Pilz lebt parasitisch in *Karlingia rosea*. Die reifen Sporangien sind kugelig, Durchmesser 8,5—46 μ, oder ellipsoidförmig und haben eine glatte, farblose Membran (Abb. 1 b, Sp). Ihr Inhalt ist fein granuliert. Bis zu 4 $\pm$ lange Entleerungshälse (Abb. 1 b, H) durchbrechen die Wirtszellwand; sie sind von einer klaren, mattglänzenden Substanz erfüllt. Ruhende, kugelige Zoosporen haben etwa 5 μ Durchmesser. Schwimmende Zoosporen erscheinen elliptisch oder in Bakterienfilmen spindelförmig. Die Schubgeißel ist 14—17 μ lang (fixiert und gefärbt nach COUCH 1941). Ein Globul ist nicht vorhanden. Die Dauersporen sind kugelig, Durchmesser 12,5—22 μ, und haben eine glatte, dicke Membran (Abb. 1 c, S). Im Innern der Sporen liegt exzentrisch ein großer Globul. Die Keimung der Dauersporen wurde nicht beobachtet.

Weil an den holocarpen, endobiotischen Thalli mehrere Entleerungshälse gebildet werden (Abb. 1 b), wurde der Parasit der Gattung *Pleotrachelus* zugeordnet. Das ähnliche *Olpidium rhizophlyctidis* Sparrow besitzt Sporangien mit einer Papille und nur etwa 2 μ große Zoosporen.

Vorkommen: Daltar-Alm im oberen Hasanabad- oder Shishpartal südlich der Hauptkette des Karakorum, 3600 m ü. M.; Gerstenfeld auf sandigem Boden; p_H 7,4; 27. 6. 1954.

Phlyctidiaceae

Rhizophydium sp. *a*. Die in Rohkultur vorwiegend isodiametrischen Sporangien, Durchmesser 9—30 μ, mit stumpfeckigem Umriß zeigen in artreiner Kultur auf *Pinus*-Pollen in Quellwasser große Formenmannigfaltigkeit. Nach mehreren Pollen-Passagen herrschen langgestreckte

Formen vor, die an *Rhizophydium utriculare* Uebelmesser (UEBELMESSER 1956) erinnern. Die 1—4 etwa 4 μ weiten Poren in der Sporangienwand werden von unscheinbaren Gallertpfropfen verschlossen. Die kugeligen Zoosporen, Durchmesser 3—4 μ, haben einen etwa 1,5 μ großen Globul und eine 12—15 μ lange Geißel. Soweit beobachtet, verzweigt sich die zarte Rhizoidenachse nur wenig. Dauersporen kugelig

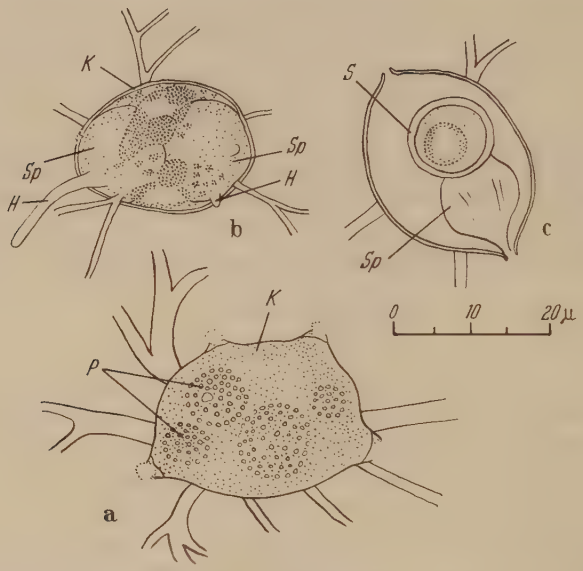

Abb. 1. *Pleotrachelus* sp. *K.* a junge, noch nackte Thalli (*P*) in einem Sporangium von *Karlingia rosea* (*K*); b reife Sporangien (*Sp*) mit Entleerungshälsen (*H*); c Dauerspore (*S*) und leeres Sporangium (*Sp*)

bis oval, Durchmesser 6—15,5 μ, glattwandig und von einem großen Globul oder mehreren kleinen stark lichtbrechenden Tröpfchen erfüllt. Bei der Keimung schlüpft der Inhalt durch einen engen Porus aus und wird zum Keimsporangium.

Rhizophydium sp. *a* ähnelt in Rohkultur *Rhizophydium elyensis* Sparrow (SPARROW 1957), das saprophytisch auf Schlangenhaut wächst. In den Isolierungen nähert sich die Sporangienform jedoch mehr der von *Rh. utriculare* Uebelmesser. Unser Pilz unterscheidet sich von *Rh. utriculare* aber in seinem physiologischen Verhalten: Er gedeiht nicht in Meerwasser. Außerdem haben die Sporangien engere Poren, und die Dauersporen besitzen eine andere innere Struktur als diejenigen von *Rh. utriculare*.

Vorkommen: Äcker bei Steinach in Tirol, 1340 m ü. M., 20. 8. 1954; gedüngte Mähwiese bei Vent im Ötztal, 1900 m, p_H 5,6; 17. 8. 1954, und Bergweide bei Vent, 2200 m, p_H 6,6—6,9; Aug. 1953.

Rhizophydium sp. *b* (Abb. 2). Die farblosen, kugeligen oder fast kugeligen Sporangien sind mit kräftigen, verzweigten Rhizoiden im

Substrat verankert. Sie erreichen auf *Pinus*-Pollen 10—28 μ Durchmesser, auf den Eiern getrockneter und sterilisierter Daphnien werden sie über 30 μ groß. Die Rhizoidenhauptachse kann, vor allem bei den Dauerorganen, rübig verdickt sein. Die dünne Sporangienmembran besitzt 2—4 kreisrunde, 2—3,5 μ weite Poren, die durch 1—2 μ weit vorragende, flachgewölbte Gallertpfropfen verschlossen sind. Die Zoosporen sind kugelig, Durchmesser 3—4 μ, oder haben elliptischen Umriß. An ihrem vorderen Pol liegen ein oder mehrere Globuli. Die Schubgeißel ist 15—18 μ lang. Nach 7 bis 14 Tagen erscheinen in den Kulturen Sporangien mit bis zu 6 μ dicken und hellgelb bis bräunlich getönten Membranen. Die engen Poren sind von einer mattglänzenden, hyalinen Masse verstopft, die sich innen mehr oder weniger weit gegen das grob granulierte Plasma vorwölbt (Abb. 2). Überträgt man diese Dauersporangien in frisches Wasser, so werden gelegentlich Zoosporen entlassen.

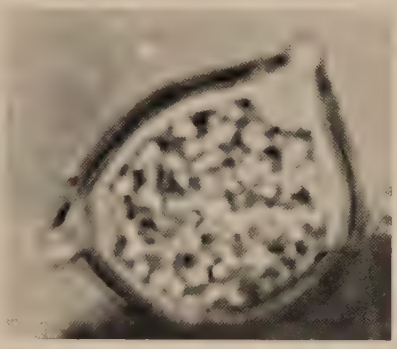

Abb. 2. Dauersporangium von *Rhizophydium* sp. *b* (Okular 10×, Objektiv 62×, nachvergrößert auf 1367×)

Der Pilz wurde zur Gattung *Rhizophydium* gestellt, da das Rhizoid nur selten apophysenartig angeschwollen war, obwohl die Art in einigen Merkmalen mit *Phlyctochytrium kniepii* Gaertner (Gaertner 1955_1) übereinstimmt. Die Dauerorgane beider Arten sind umgewandelte Zoosporangien. Bei *Phlyctochytrium kniepii* haben sie im Gegensatz zu *Rh.* sp. *b* lange, gekrümmte Papillen.

Vorkommen: Magere Viehweide beim Vermuntsee in der Silvretta, ~1750 m ü. M., p_H 4,8; Aug. 1952; dicht bewachsener Flußschotter bei Vent im Ötztal, 1860 m ü. M., p_H 6,2; 6. 9. 1953; Bergweide bei Vent, 2200 m ü. M., p_H 6,7—6,9; Aug. 1953; Kar unterhalb der Alpspitze im Wettersteingebirge, 2300 m ü. M., p_H 7,8; 24. 8. 1951; Daltar-Alm im oberen Hasanabad- oder Shishpartal südlich der Hauptkette des Karakorum, 3600 m ü. M., Gerstenfeld auf sandigem Boden, p_H 7,4; 27. 6. 1954; Páramo am Pichincha-Rucu in Ecuador 3900—4000 m ü. M., 29. 6. 1952; Blumentopf, Göttingen.

Rhizophydium sp. *c*. Sporangien kugelig oder stumpfeckig mit bis zu 2 μ — manchmal ungleichmäßig — dicker Membran, die von mehreren (bis zu 5) Poren durchbrochen wird. Die Poren werden von einer hyalinen Substanz verschlossen, die sich nur flach nach außen vorwölbt. Frisch geschlüpfte Zoosporen haben mehrere kleine Globuli, die anscheinend später zu einem größeren Tropfen zusammenfließen. Schwimmende Zoosporen nehmen Tropfenform an. Abgekugelte Schwärmer haben 2,5 bis 3,5 μ Durchmesser. An der Basis des Sporangiums entspringt ein verzweigtes Rhizoid. Dauersporen (in artreiner Kultur) wie die Sporangien gestaltet, aber mit gelber bis dunkelbrauner Wand und einem kleinen,

exzentrisch liegenden Globul. Keimung nicht beobachtet. In der Rohkultur wurden Dauersporen mit gleichmäßig verdickter Wand beobachtet. Sie waren vollkommen von stark lichtbrechender Substanz erfüllt.

Der Pilz unterscheidet sich nicht wesentlich von dem Algenparasiten *R. subangulosum* (Braun) Rabenhorst.

Vorkommen: Viehweide am Pichincha-Rucu in Ecuador, 4100 m ü. M., pH 6,8; 29. 6. 1952.

Blyttiomyces sp. *E 18* (Abb. 3). Der Pilz gleicht morphologisch Gaertners *Phlyctochytrium* sp., *Stamm CH 3* (GAERTNER 1955_2), vermag aber nicht in Meerwasser oder halbkonzentriertem Meerwasser zu wachsen.

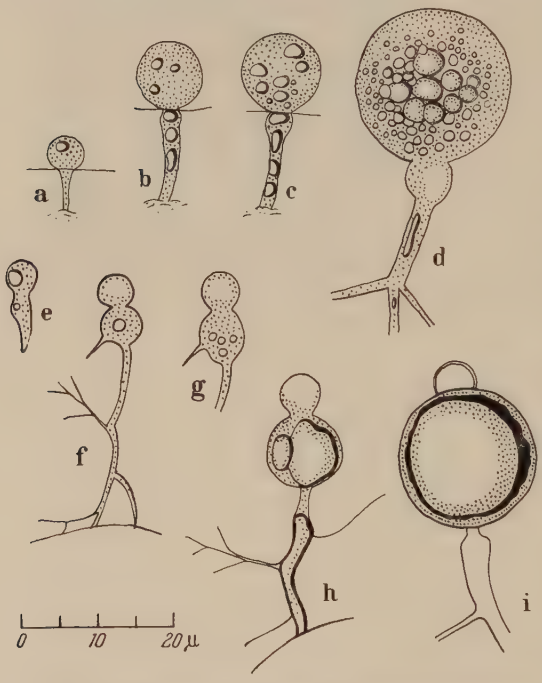

Abb. 3. *Blyttiomyces* sp. *E 18*. a–d Entwicklung des Sporangiums: a keimende Zoospore, b dieselbe Pflanze 28 Std später, c 34 Std später, d 48 Std später; e–i Entwicklung der Dauerspore: e keimende Zoospore, f beginnende Schwellung des Keimschlauches, g dieselbe Pflanze wie bei f, 2,5 Std später, h 15 Std später und i 68 Std später

Die Gattung *Blyttiomyces* umfaßt bisher nur Arten, deren apophysate Sporangien sich aus dem basalen Abschnitt der Zoosporencyste entwickeln, während der distale Teil der Cyste als ein Anhängsel, Apiculus genannt, am reifen Sporangium erscheint. Die Dauersporen entstehen intramatrikal aus stark anschwellenden Apophysen.

Bei GAERTNERS Pilz und meinen aus ecuadorianischen Proben gewonnenen Stämmen schwillt die Zoosporencyste gleichmäßig zum kugeligen Sporangium an (Abb. 3a bis d). Das Rhizoidensystem ist sehr variabel. Entweder entspringt an der Basis des Sporangiums ein kräftiges, manchmal rübenförmiges Rhizoid, oder das Rhizoid geht von einer ± kugeligen Apophyse, Durchmesser 5—11 µ, aus. Gelegentlich findet man in Kulturen auf *Pinus*-Pollen in Quellwasser auch interbiotisch wachsende Sporangien, deren Rhizoide wie bei *Rhizophlyctis* an beliebigen Stellen der Sporangienoberfläche entspringen. In Reinkulturen auf

PM-Agar[1] sind solche Sporangien häufig. Die ecuadorianischen Stämme bildeten nur selten Dauersporen. Doch konnte sicher festgestellt werden, daß die Dauerorgane wie bei GAERTNERS Pilz aus einer Anschwellung des Keimschlauches hervorgehen (Abb. 3 e—i). Da der *Stamm CH 3* in Quellwasser sofort zahlreiche Dauersporen bildet, wurden die Zeichnungen nach Beobachtungen an Hängetropfenkulturen dieses Stammes angefertigt.

Diagnose: Sporangien epi- oder interbiotisch, kugelig — Durchmesser 7—29 μ auf *Pinus*-Pollen, bis zu 90 μ auf PM-Agar (*Stamm E 18*) — aus der gleichmäßig heranwachsenden Zoosporencyste hervorgehend. Die Poren — bis zu 6 (Agarkultur), Durchmesser 2—3 μ — in der glatten, farblosen Sporangienwand sind von kleinen hyalinen Gallertpfropfen verschlossen. Apophyse, Durchmesser 5—11 μ, kann auch fehlen. Zoosporen, Durchmesser 3,5—5 μ, verlassen das Sporangium einzeln. Sie sind stark metabolisch, besitzen bis zu 3 Globuli und eine 20—25 μ lange Schubgeißel. Dauersporen epi- oder endobiotisch, kugelig — Durchmesser 14—20 μ — entwickeln sich aus einer Anschwellung des Keimschlauches (Abb. 3 e—i). Wenn sie in Pollen in Quellwasser wachsen, sind sie farblos. In Rohkulturen sind sie gelb bis dunkelbraun gefärbt. Sie sind von einem großen Lipoidtropfen erfüllt. Die leere Zoosporencyste bleibt einige Zeit erhalten.

Vorkommen: Páramo am Pichincha-Rucu, Ecuador, 4000—4500 m ü. M., 29. 6. 1952.

Phlyctochytrium sp. *1.* Sporangien kugelig bis topfförmig oder ei- bis citronenförmig, Durchmesser an der breitesten Stelle 8,5—29 μ, mit glatter, farbloser Membran und bis zu 5 (meistens 2—3) Poren oder kurzen, kegelförmigen Entleerungshälsen, die von einer hyalinen Masse erfüllt sind. Die Sporangienwand kann mehrere Mikron dick werden. Rhizoidensystem mit mindestens einer kugeligen, Durchmesser 3,5—13,5 μ (meistens 7—9 μ), oder rübenförmigen, 2,5—10 μ breiten, seltener ovalen oder rautenförmigen Apophyse. Rhizoiden an der Basis der Apophyse entspringend oder über die Apophysenoberfläche verteilt. Zoosporen stark amöboid beweglich, ruhend kugelig, Durchmesser 3,5 μ, schwimmend tropfenförmig, mit einem Globul oder mehreren stark lichtbrechenden Tröpfchen und 20 μ langer Geißel. Leere Apophysen können kollabieren. Auf PM-Agar werden die Sporangien über 100 μ groß und bilden mehr als 10 aber weniger als 20 unscheinbare Papillen. Dauersporen unbekannt.

Die Art steht *Phlyctochytrium kniepii* Gaertner nahe, doch hatten dickwandige Sporangien höchstens 5 kurze, nur selten schwach gekrümmte Papillen, während die Dauerstadien von *Ph. kniepii* bis zu 15 sichelförmig gekrümmte Papillen bilden.

Vorkommen: Äcker und Fettwiese bei Steinach in Tirol, 1340 m ü. M., p_H 5,9 und 6,0; 20. 8. 1954; Trockenrasengesellschaft bei Göttingen, 300 m ü. M., 9. 9. 1956.

[1] 3 g Biomalz, 3 g Pepton S. „Brunnengräber", 15 g Agar, 1 l aqua dest.

Phlyctochytrium sp. *2*. Sporangien kugelig, 7—32 μ (meistens 14—25 μ) Durchmesser, elliptisch, 11—29 μ hoch und 12—32 μ breit, seltener ei-, birnförmig oder verkehrt eiförmig. Membran glatt, farblos mit 2—12 etwa 2,5—3,5 μ weiten Poren. Gallertpfropfen in den Poren bis 3 μ lang. Apophyse meistens kugelig oder elliptisch, Durchmesser 5—14 μ, seltener rübenförmig oder fehlend. Encystierte Zoosporen haben 3,5—4,5 μ Durchmesser. Schwimmende Zoosporen sind tropfen-, hantel- oder keulenförmig. In ihrem Plasma liegen ein oder mehrere Globuli. Die Geißel ist 20—25 μ lang. Dauersporen sind nicht bekannt.

Die Art steht *Phlyctochytrium reinboldtae* Persiel (PERSIEL 1959) nahe. Die Sporangien bilden aber niemals kegelförmige Entleerungshälse, die den Sporangien von *Ph. reinboldtae* ihr charakteristisches Aussehen verleihen.

Vorkommen: Felsband mit *Polygonatum odoratum*, *P. verticillatum* und *Rubus saxatilis*, 1382 m ü. M. bei Steinach in Tirol, p_H 6,7; 20. 8. 1954; *Sesleria*-Treppe ebenda, p_H 7,1; unter verschiedenen Pflanzen auf Moränen vor dem Rotmoosferner im Ötztal, um 2300 m ü. M., p_H 6,4—7,8; Felsspalte mit *Artemisia* und *Festuca* im oberen Hasanabad- oder Shishpartal südlich der Hauptkette des Karakorum, etwa 4000 m ü. M., p_H 7,2; 26. 6. 1954; Lehmboden unter Rasen im Batura-Gebiet nördlich der Karakorum-Hauptkette, 4500 m ü. M., 12. 7. 1954; lockerer Boden aus einer Felsspalte über der Vegetationsgrenze im oberen Baltar-Gebiet/Karakorum, 5300 m ü. M., 14. 6. 1954; Blumentopf in Göttingen.

Rhizidiaceae

Rhizophlyctis sp. *C 11*. Der Pilz wächst saprophytisch auf Chitin. Die Sporangien sind mehr oder weniger in das Substrat eingesenkt. Sie sind kugelig, Durchmesser 14,5—73 μ, ellipsoidförmig, 17—70 × 25—77 μ, schmal oder breit eiförmig, 14—32 μ × 19—41 μ, oder unregelmäßig gestaltet. Die Sporangienmembran ist hellgelb gefärbt. Die Rhizoiden entspringen an mehreren Stellen der Sporangienoberfläche. Wachsen die Sporangien dicht gedrängt, so sind sie nur mit einem kräftigen basalen Rhizoid im Substrat befestigt. An einer Stelle des Sporangiums, die oft papillenartig vorgewölbt ist, schmiegt sich der Wand innen eine $\pm$ linsenförmige, hyaline Masse an. Hier öffnet sich später das Sporangium. Die hyaline Matrix hüllt zunächst die schlüpfenden Schwärmer ein, zerfließt dann langsam und gibt die Zoosporen frei. Die Schwärmer sind kugelig, Durchmesser 2,5—3 μ, opisthokont. Die Geißel ist 25—30 μ lang. Am Geißelpol liegt ein kleiner (Durchmesser etwa 0,8 μ) mattglänzender Globul, darüber ein dunkler erscheinender Körper (Kernkappe?). Die Sporangienöffnung ist bei großen Sporangien 14—15 μ weit. Dauersporen glattwandig oder mit sehr flachen Buckeln, dunkelbraun, Inhalt körnig, Durchmesser bis zu 17 μ. Die Dauersporen verhalten sich wie Prosporangien.

Die Art hat kleinere Zoosporen als *Rh. petersenii* Sparrow und *Rh. ingoldii* Sparrow (SPARROW 1957). Der Globul der Zoosporen ist farblos, während die Schwärmer von *Rh. petersenii* einen rotbraunen Globul besitzen. Die Sporangien, die nur

ein basales Rhizoid gebildet haben, gleichen Sporangien von *Rhizophydium chitinophilum* Antikajian. Die Zoosporen des *Stammes C 11* sind ebenso groß und besitzen den gleichen inneren Bau wie die Zoosporen von *Rhizophydium chitinophilum*. Da in der Regel aber viele Rhizoiden über die Oberfläche der Sporangien des *Stammes C 11* verteilt sind, soll die fragliche Art einstweilen in der Gattung *Rhizophlyctis* untergebracht werden.

Vorkommen: Finca San Pablo bei Alban in der Ostkordillere Columbiens, unter Bananenstauden, 1800 m ü. M., 10. 8. 1953.

Rhizophlyctis sp. *N 33* wächst saprophytisch auf gereinigtem Krabbenchitin. Die Sporangien sind mehr oder weniger in das Substrat eingesenkt, da sich Zoosporencyste und Keimschlauch an ihrer Bildung beteiligen. Die Sporangien sind farblos oder blaßgelb bis gelbbraun gefärbt, kugelig (Durchmesser 12 bis über 100 μ, meistens 22—37,5 μ), ellipsoidförmig (20,5—53 μ × 25—66 μ), ei- oder birnförmig mit einem 5—42,5 μ langen und 7,7—17 μ breiten Entleerungshals, seltener mit 2 oder 3 Entleerungshälsen. Die Spitze des Entleerungshalses ist von hyaliner Matrix erfüllt. Diese schleimige Substanz umgibt die Zoosporen, wenn sich das Sporangium entleert. Schwimmende Zoosporen sind oval (Durchmesser der abgekugelten Schwärmer 4,5—5 μ). Der farblose oder blaßgelbe Globul liegt in der Nähe des Geißelinsertionspunktes (Durchmesser 0,8—1,7 μ). Außerdem sind im Plasma der Zoosporen noch einige Grana und eine Kernkappe vorhanden. Die Zoosporengeißel ist 29—34 μ lang. Meistens bleiben einige Zoosporen im Sporangium zurück und wachsen dort zu neuen Pflänzchen heran. Die Rhizoide haben häufig stark verdickte Membranen, hin und wieder sind sie auch in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen spindelförmig erweitert. Die Globuli der Zoosporen bleiben immer blaß, gleichgültig, ob die Sporangien im Licht oder im Dunkeln, bei 25° C, 22° C oder 5° C herangezogen werden.

Rhizophlyctis sp. *N 33* gleicht weitgehend *Rh. petersenii* Sparrow. Die Zoosporen von *Rh. petersenii* haben aber einen orange-braunen Globul, und die Sporangien dieser Art sind nicht in das Substrat eingesenkt. *Rh.* sp. *N 33* besitzt im Gegensatz zu *Rh. ingoldii* Sparrow glattwandige Sporangien.

Vorkommen: In Mudde aus zwei Tümpeln bei Vent im Ötztal, 1840 und 1870 m ü. M.

Rhizophlyctis sp. *E 1.* Diese Art sieht *Karlingia rosea* täuschend ähnlich, gedeiht aber nicht auf cellulosehaltigen Substraten, sondern auf Chitin. Die Sporangien besitzen häufig nur ein basales Rhizoid und sind dann lang gestielt. Das Plasma der Sporangien ist gelblich, rosa oder hellorange gefärbt. Ehe die Zoosporen ausdifferenziert werden, verblaßt die Farbe. In den ± langen Entleerungshälsen wurden niemals eingesenkte Opercula beobachtet. Die kugeligen oder ovalen Dauersporen haben eine mehrschichtige Membran. Die innere Schicht ist unregelmäßig gefurcht oder gefaltet, so daß die Dauersporen im optischen Schnitt eine wellige innere Kontur besitzen. Ein orangefarbener, stark

lichtbrechender Globul erfüllt ihr Lumen. Die Dauersporen sind Prosporangien.

Ähnlich strukturierte Dauerorgane und ähnlich gestaltete Sporangien wie *Rhizophlyctis* sp. *E 1* besitzt *Entophlyctis aurea* Haskins. *Entophlyctis aurea* gedeiht aber auf cellulosehaltigen Substraten, nicht dagegen auf Insektenexuvien. Außerdem entwickeln sich die Sporangien bei dieser Art endobiotisch aus einer Anschwellung des Keimschlauches.

Vorkommen: Quebradarand am Osthang des Pichincha-Rucu in Ecuador, 3600 m ü. M., 29. 6. 1952.

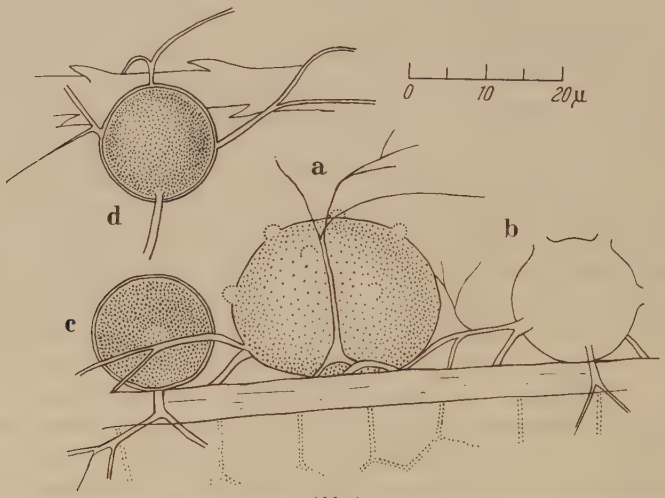

Abb. 4
Rhizophlyctis sp. (keratinophil); a Sporangium auf Gänsefeder; b leeres Sporangium; c u. d Dauersporen

Rhizophlyctis sp. (keratinophil) (Abb. 4). Sporangien epi- oder interbiotisch, mit glatter, farbloser Membran, kugelig (Durchmesser 12 bis 33,5 μ), elliptisch (10—35 $\times$ 12—44 μ), oval, birnförmig oder obpiriform; Sporangienwand mit 3—18 Poren, in denen kurze hyaline Pfropfen sitzen (Abb. 4a). Wenn die Sporangien auf den Haaren oder Federn dicht gedrängt wachsen, bilden sie 5—15 μ lange, gerade oder gekrümmte, manchmal verzweigte, schmale Entleerungshälse, die weder von dem fein granulierten Plasma noch von einer hyalinen Matrix erfüllt werden. Der Gallertpfropf, der ihre Öffnung verschließt, ist sehr kurz. Die kugeligen Zoosporen, Durchmesser 2—3 μ, haben einen mattglänzenden, winzigen Globul und eine bis zu 14 μ lange Peitschengeißel; die Peitschenschnur ist 3—3,5 μ lang (Färbung nach COUCH 1941). Die Zoosporen verlassen das Sporangium einzeln durch mehrere Poren. Die Rhizoiden sind verhältnismäßig fein, Durchmesser 1—2 μ am Ursprung, und dichotom verzweigt. Dauersporen kugelig, Durchmesser 13,6—18,7 μ, braun, dickwandig, Plasma sehr fein und dicht granuliert mit zentraler „Vacuole" (Abb. 4c, d), Keimung nicht beobachtet.

Die Art unterscheidet sich von Formen, die *Karlingia rosea* ähneln und auch zahlreiche Poren oder Entleerungshälse besitzen (Sparrow 1953, 1957), durch kleinere, mit einem farblosen Globul versehene Zoosporen. Die Sporangien einer ebenfalls von Sparrow 1957 auf Insektenflügeln gefundenen ähnlichen Form mit mehreren Papillen hatten jedoch eine gefärbte und skulpturierte Membran.

Vorkommen: Äcker bei Steinach in Tirol, 1340 m ü. M., 20. 8. 1954; Bergweide bei Vent im Ötztal, 2200 m, p_H 6,9, Aug. 1953.

Chytridiaceae

Chytridium sp. *2307* (Abb. 5). Sporangien epibiotisch, farblos, kugelig (15—32 μ Durchmesser), stumpfeckig (Abb. 5c), Durchmesser 18—34 μ, oder eiförmig (Abb. 5b). Die Sporangienmembran ist glatt und farblos. Sie verschleimt an 1—3 (5) Stellen und bildet so Gallerthauben, unter denen je ein Operculum angelegt wird (Abb. 5b). Die uhrglasförmigen Opercula haben einen Durchmesser von 2,5—10 μ, meistens 7—8,5 μ. In den kugeligen Zoosporen, Durchmesser 3—4 μ, liegt ein 1,5 μ dicker Globul. Die Zoosporengeißel ist 25 μ lang. Die Rhizoiden sind nur wenig verzweigt. Die Hauptachse ist zylindrisch oder rübenförmig.

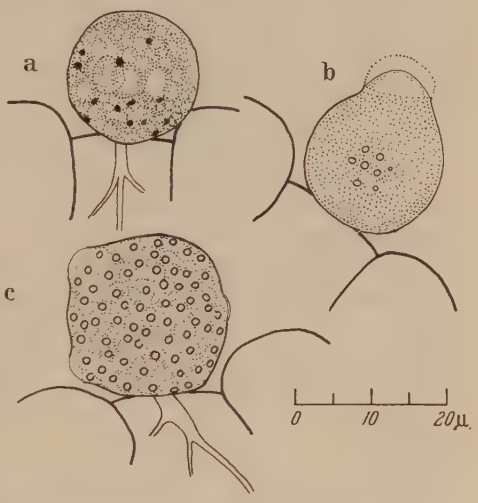

Abb. 5. *Chytridium* sp. *2307*. a junges Pflänzchen auf *Pinus*-Pollen; b etwas fortgeschritteneres Stadium, unter dem Schleimpfropf ist schon das Operculum angelegt; c die Opercula sind freigelegt

Chytridium sp. *2307* unterscheidet sich durch seine multioperculaten Sporangien von anderen *Chytridium*-Arten. *Ch. suburceolatum* Willoughby (Willoughby 1956) bildet nur gelegentlich 2 Opercula, wächst parasitisch und hat kleinere Sporangien.

Vorkommen: In Erdproben, die unter *Saxifraga*-Arten und Moos auf Felsbändern und aus Felsspalten im Wallis und Ötztal entnommen wurden, zwischen 3095 m und 3735 m ü. M.

Chytridium sp. *N 1*. Sporangien elliptisch, eiförmig oder obpiriform (lange Achse steht senkrecht auf der Substratoberfläche) mit einem apikalen Operculum; Sporangienmembran farblos; Zoosporendurchmesser 4 μ, Zoosporen mit deutlichem Globul und sehr langer Geißel; Rhizoid sehr dünn, wenig verzweigt; häufig waren die Sporangien von alten Sporangienhüllen umgeben.

Vorkommen: Erde aus 10 cm Tiefe unter *Juniperus nana* in einem Erlengebüsch bei Vent, 1860 m ü. M., p_H 5,6; 6. 9. 1953; Kar unterhalb der Alpspitze im Wettersteingebirge, etwa 2300 m ü. M., p_H 7,8.

Chytridium sp. *1533.* Die Sporangien fallen durch ihre ziemlich stark lichtbrechende, gelbliche Membran auf. Sie sind kugelig, Durchmesser 13,5—32 μ; an ihrer Basis entspringt ein starkwandiges Rhizoid, dessen sporangiennaher, unverzweigter Abschnitt etwas angeschwollen ist. Etwa ein Mikron große Globuli sind im Plasma der reifen Sporangien gleichmäßig verteilt. Unter Umständen löst sich ein kalottenförmiges Stück von der Sporangienwand und klappt wie ein Deckel zurück, so daß die Masse der noch aneinanderhaftenden Zoosporen herausquellen kann. Eine Schwärmblase wird nicht gebildet. Die kugeligen Zoosporen, Durchmesser 3,4 μ, haben einen mattglänzenden Globul und eine lange Schubgeißel. Der Durchmesser des Operculums beträgt 8,5—15,3 μ. Dauersporen sind nicht bekannt.

Vorkommen: Gerstenfeld bei Steinach in Tirol, 1340 m ü. M.; dicht bewachsener Flußschotter, unter *Parnassia palustris* und *Polytrichum*, 1860 m, Ötztal; gedüngte Mähwiese bei Vent im Ötztal, 1900 m, p_H 6,1.

Chytriomyces mortierellae n. sp.[1] (Abb. 6 u. 7). In fast allen Ansätzen einer Erdprobe vom Gipfel des Piz Buin aus 3300 m Höhe traten an untergetauchten Hyphen von *Mortierella* cf. *hygrophila* Linnemann Gallen auf, die offenbar von einer parasitischen *Chytridiale* hervorgerufen waren. Auf den hypertrophierten Hyphenabschnitten saßen kugelige oder mehr oder weniger eckige operculate Sporangien, die ein reich verzweigtes intramatrikales Rhizoidensystem hatten. Durch seine operculaten Sporangien unterscheidet sich der Pilz von *Rhizophydium mycetophagum* Karling, das die Conidiophoren von *Choanephora* sp. befällt.

Entwicklung: *Mortierella* cf. *hygrophila* wurde in Reinkultur auf dem für Mucorineen gebräuchlichen Malz-Pepton-Agar gezüchtet. Abimpfungen von solchen Reinkulturen auf Hanfsamenstückchen wurden im Hängetropfen (Quellwasser) mit reifen Sporangien von *Chytriomyces mortierellae* beimpft. Um eine starke Bakterienentwicklung zu verhindern, wurden die Mycelwatten im Hängetropfen täglich vorsichtig mit sterilem Wasser abgespült.

An den Wirtshyphen zur Ruhe gekommene Zoosporen treiben einen kurzen Keimschlauch durch die Wirtszellwand (Abb. 6a). Dabei wird anscheinend ein geringer Teil des Globuls der Zoospore verbraucht. Der Keimschlauch ist nur sichtbar, wenn die keimende Zoospore auf einer alten Galle sitzt, deren Plasma schon weitgehend aufgezehrt ist. Nach Austreiben des Keimschlauches wächst die Zoospore allmählich zu einem kugeligen Bläschen heran, in dessen Plasma neben dem ursprünglichen

[1] Nach Abschluß des Manuskriptes wurde gefunden, daß *Chytriomyces mortierellae* schon von WILLOUGHBY 1958 beschrieben worden ist. Da WILLOUGHBY jedoch keine Dauersporen beobachtet hatte, konnte er seinen Pilz nicht sicher systematisch einordnen; er hat ihm daher auch noch keinen Namen gegeben.

Globul neue stark lichtbrechende Tröpfchen auftreten (Abb. 6b). Schließlich ist das junge Sporangium bis auf einen schmalen Saum hyalinen Plasmas mit unregelmäßig verteilten und verschieden großen Tröpfchen erfüllt (Abb. 6c). Im ausgewachsenen Sporangium verteilen sich die

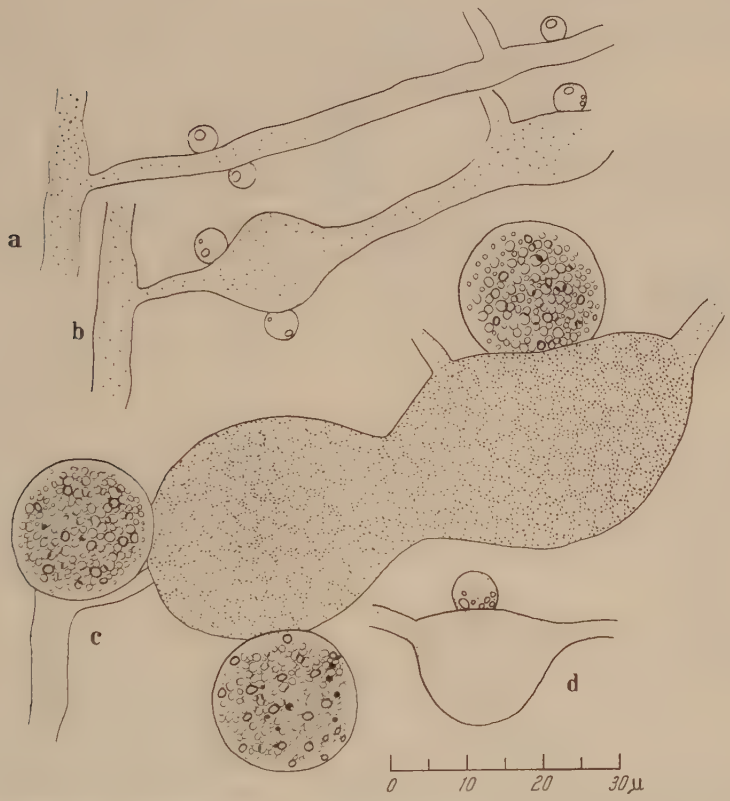

Abb. 6. *Chytriomyces mortierellae* n. sp. a—d Sporangienentwicklung, Erläuterung im Text; b wurde 4,5 Std später als a gezeichnet; c 24 Std später und Abb. 7a 30 Std später

Globuli allmählich wieder, bis das Plasma gleichmäßig fein granuliert erscheint (Abb. 7a). Das reife Sporangium hat eine glatte, farblose Membran, ist infolge der großen kantigen Opercula mehr oder weniger eckig und häufig breiter als hoch. Der Durchmesser der Sporangien variiert von 7—40 μ. Mittelgroße Sporangien besitzen meistens 3—4, die größten bis zu 7 flache, becherförmige Opercula. Die kleinsten Sporangien haben nur ein Operculum. In den reifen Sporangien zeichnen sich um die nun regelmäßig im Plasma verteilten Globuli schwach die Konturen der Zoosporen ab. Die Sporenmasse drückt schließlich ein oder

seltener 2 Opercula heraus und quillt durch die so entstandenen 3,5 bis 10 μ weiten Poren. Vor der Öffnung bleiben die Zoosporen einige Sekunden oder länger in kugeliger Anhäufung liegen, ehe sie beweglich werden, ihre Geißeln aus der Masse befreien und davonschwimmen. Im Sporangium zurückgebliebene Zoosporen schwärmen einzeln durch die Poren aus. Die Opercula der nicht zum Schwärmen benutzten Poren werden häufig in das Sporangium hineingesogen (Abb. 7b), wie es JOHANSON (1944) für *Karlingia rosea* beschrieben hat. Die Zoosporen haben einen etwa 1—1,5 μ großen, exzentrisch liegenden Globul, eine ungefähr 17 μ lange Schubgeißel und, wenn sie schwimmen, elliptischen Umriß (2,5 × 3,5 μ). Das Rhizoidensystem ist in leeren Gallen gut sichtbar. An der Basis des Sporangiums entspringt ein kurzer Rhizoidenstamm, der sich büschelig verzweigt. Die einzelnen Äste des Rhizoidenbüschels verzweigen sich dichotom.

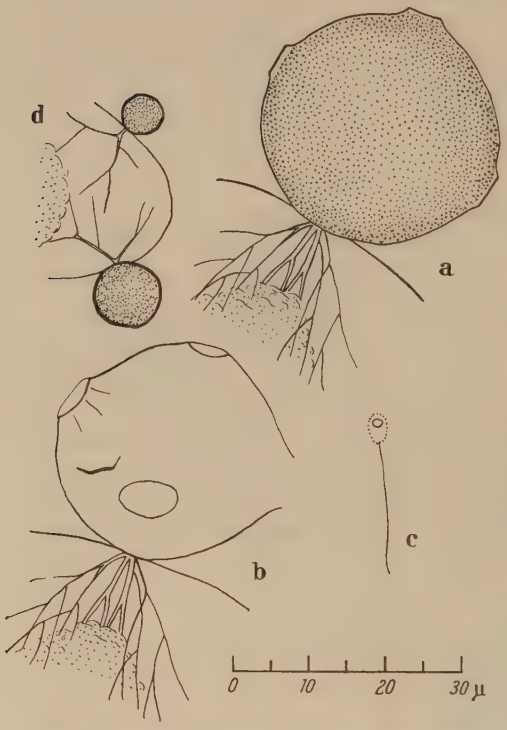

Abb. 7. *Chytriomyces mortierellae* n. sp. a reifes Sporangium; b leeres Sporangium, in seinem Inneren ein flach becherförmiges Operculum; c Zoospore; d Dauersporen

In einigen Wochen alten Kulturen entwickeln sich Dauersporen. Sie sind kugelig, glattwandig, farblos und haben 4—15 μ Durchmesser. Ihr Plasma erscheint durchgehend granuliert oder mit einem peripheren Kranz hyaliner kugeliger Körnchen. Das Rhizoidensystem ist weniger stark entwickelt als bei den Sporangien (Abb. 7b). Die Dauersporen keimen mit einem Sporangium, das unmittelbar auf der leeren Hülle der Spore sitzt. Sexualität wurde nicht beobachtet.

Beziehungen zwischen Wirt und Parasit:

1—2 Std nachdem die Zoospore sich auf der Hyphe festgesetzt hat, manchmal auch erst später, ist eine leichte Aussackung der Hyphe an der Seite festzustellen, die der Zoosporen-Anheftungsstelle gegenüberliegt. Ist das Hyphenstück nur einseitig befallen, so wächst die Aussackung allmählich zu einer fast halbkugeligen Galle aus (Abb. 6d). Bei mehr-

seitigem Befall entstehen spindelförmige bis kugelige Anschwellungen. Eine merkliche Größenzunahme der zum Sporangium heranwachsenden Zoospore setzt erst ein, wenn die Gallen etwa die Hälfte ihres endgültigen Durchmessers erreicht haben. Das Plasma der hypertrophierten Hyphen bleibt zunächst fein granuliert, nimmt dann allmählich gröbere Struktur an und erscheint wesentlich dichter (Abb. 6 c). Schließlich treten Vacuolen und fettig erscheinende Tropfen auf. Bei starkem Befall (die Zoosporen besiedeln mit Vorliebe bereits ausgebildete Gallen) wird das Plasma der Gallen fast vollständig aufgezehrt.

Chytriomyces mortierellae ließ sich auf *Zygorhynchus* sp. und *Mucor hiemalis* übertragen. An beiden Wirten rief der Parasit keine oder nur geringfügige Hypertrophie der Hyphen hervor. Nicht befallen wurden *Saprolegnia* sp., *Pythium proliferum* und toter *Pinus*-Pollen.

Der Parasit von *Mortierella* besitzt epibiotische operculate Sporangien, ein von einem Punkte des Sporangiums ausgehendes intramatrikales Rhizoidensystem, bildet asexuell extramatrikale Dauersporen, die mit einem Sporangium keimen und ist daher in die Gattung *Chytriomyces* einzuordnen.

Von *Chytriomyces parasiticus* Karling, das *Aphanomyces* befällt, sowie von dem weiter unten beschriebenen parasitischen *Chytriomyces reticulatus*, *Chytriomyces tabellariae* Canter, den saprophytischen Arten mit Ausnahme von *Ch. fructicosus* unterscheidet sich *Ch. mortierellae* durch die Vielzahl seiner Opercula. *Chytriomyces fructicosus* Karling bildet 1—3 Opercula, hat jedoch größere Zoosporen, meistens eine Apophyse und im Gegensatz zu *Ch. mortierellae* stachelige Dauersporen.

Chytriomyces mortierellae n. sp.

Die extramatrikalen Sporangien sind kugelig, Durchmesser 7—40 μ, glattwandig und farblos. Sie haben (1) 3—4 (7) becherförmige Opercula. Die ovalen Zoosporen, 2,5×3,5 μ, haben einen 1—1,5 μ großen, exzentrisch liegenden Globul und eine etwa 17 μ lange Schubgeißel. Die intramatrikalen Rhizoide sind reich verzweigt. Dauersporen kugelig, Durchmesser 4—15 μ, farblos, glattwandig. Ihr Plasma ist gleichmäßig granuliert, oder es ist eine periphere Schicht kleiner hyaliner Körnchen vorhanden. Die Dauersporen sind Prosporangien. Der Pilz ruft Gallen an den Hyphen von *Mortierella* hervor.

Thallus constat ex sporangio extramatricali et rhizoideis intramatricalibus copiose ramosis. Sporangia, 7—40 μ diametro, cum membrana levi sunt globosa et hyalina. (1) 3—4 (7) opercula cyathiformia habent. 1—2 operculis extrusis zoosporae emergunt, primo velut massa globosa ad orificium haerent. Zoosporae ovales, 2,5×3,5 μ, globulo lucem infringente, 1—1,5 μ diametro, et flagello ~17 μ longo praeditae sunt. Sporae perdurantes sunt globosae et leves et hyalinae, 4—15 μ diametro et completae sunt granulis vel habent stratum globorum minorum modo parietale. In germinatione pars interior emergit, ut zoosporangium in superficie sporae perdurantis existat. Fungus in hyphis Mortierellae tumores fecit.

Vorkommen: Parasitisch auf *Mortierella* cf. *hygrophila* Linnemann, die aus Erde vom Gipfel des Piz Buin/Silvretta aus 3300 m Höhe isoliert wurde.

Chytriomyces reticulatus n. sp. (Abb. 8). Diese Art lebt parasitisch auf *Pythium proliferum* de Bary und wurde erstmals aus Erde isoliert, die einem Blumentopf in Göttingen entnommen war.

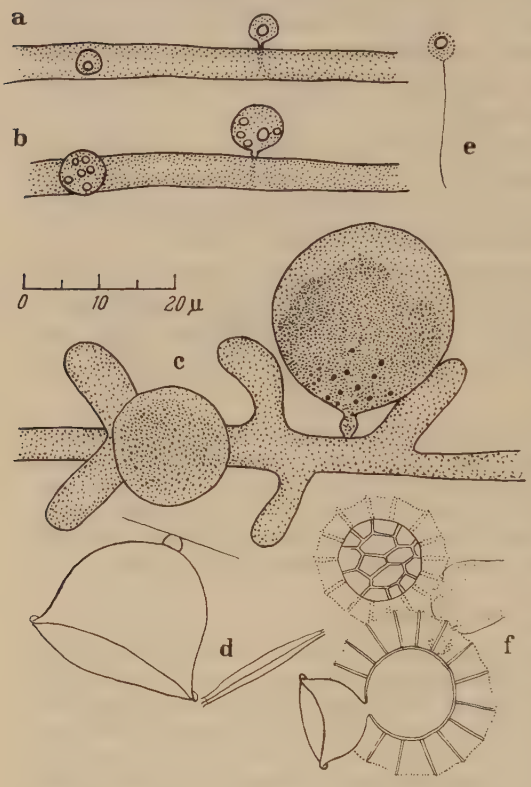

Abb. 8. *Chytriomyces reticulatus* n. sp. a—c Sporangienentwicklung; d leeres Sporangium, Operculum kollabiert; e Zoospore; f ruhendes und gekeimtes Dauersporangium

Die meist kugeligen Sporangien erreichen über 30 μ Durchmesser. Ihre Membran ist glatt und farblos. Sie sitzen auf einer bis zu 3,5 μ großen extramatrikalen Apophyse, von deren Basis ein Rhizoid entspringt, das sich innerhalb der Wirtshyphe wenig verzweigt. Schwärmreife Sporangien entwickeln sich aus der encystierten Zoospore innerhalb von etwa 24 Std (Abb. 8a—d). Die Vorgänge, die sich dabei im Plasma abspielen, wurden schon häufig beschrieben, auf ihre Darstellung soll daher verzichtet werden; sie sind in großen Zügen auch bereits bei *Chytriomyces mortierellae* behandelt worden. Die Umrisse der Zoosporen treten im Sporangium erst deutlich hervor, kurz bevor sich das Sporangium öffnet. Die obere Hälfte der Membran wird dabei anscheinend gedehnt, bis ein kalottenförmiges Stück der Membran abreißt und die Zoosporenmasse hervorquillt. Die Zoosporen schwimmen nach einer wenige Sekunden dauernden Ruheperiode davon. Das kappenförmige Membranstück wird meist vollständig vom Sporangium losgelöst und kollabiert sofort (Abb. 8d), gelegentlich bleibt es aber auch an einer Stelle mit dem glockenförmigen Restsporangium verbunden. Die kugeligen Zoosporen haben 2,5—3,5 μ Durchmesser, einen ungefähr 1 μ großen exzentrischen Globul und eine 15—18 μ lange Geißel (Abb. 8e).

Dauersporen entwickeln sich in den Kulturen nach einigen Wochen. Sie sitzen meist dicht gedrängt, sind kugelig und haben eine zweischichtige, farblose bis gelbliche Membran. Die äußere Schicht hat prismatische Struktur und ist häufig kaum wahrnehmbar, kann aber auch bis zu 6 μ dick werden (Abb. 8f). Ohne die prismatische Schicht haben die Dauersporen 7—17 μ, die Außenschicht mitgemessen meistens 12—23 μ Durchmesser. In Aufsicht erscheinen netzförmige Leisten auf der Dauersporenmembran. In dem fein granulierten Plasma der Dauersporen liegt zentral oder meist exzentrisch ein großer Globul. Die Dauersporen keimen mit einem Sporangium.

Parasitierte Hyphen von *Pythium proliferum* de Bary verzweigen sich stark und hypertrophieren in geringem Maße (Abb. 8c). *Chytriomyces reticulatus* befällt auch die Wirtssporangien.

Sterilisierter *Pinus*-Pollen ließ sich nicht mit dem Pilz infizieren.

Die Art steht *Chytriomyces parasiticus* Karling nahe, zeigt gegenüber letzterem aber einige Besonderheiten: Eine Schwärmblase wurde bei *Ch. reticulatus* nie beobachtet. Bei *Chytriomyces reticulatus* ist das Operculum sehr dünnhäutig und kollabiert nach der Loslösung vom Sporangium, während es bei *Ch. parasiticus* starr ist. Die Zoosporen von *Ch. reticulatus* haben einen etwa doppelt so großen Globul wie die Zoosporen von *Ch. parasiticus*.

Der ganze Schwärmvorgang bei *Ch. reticulatus* erinnert an den von *Rhizophydium echinatum* (Dang.) Fischer. Dangeard (1888) schreibt, „partie terminale du sporange s'enlevant en forme de calotte pour la sortie des zoospores."

Chytriomyces reticulatus n. sp.

Sporangien kugelig, Durchmesser 8,5—30 μ, farblos, epibiotisch, mit glatter Membran und extramatrikaler Apophyse, parasitisch auf *Pythium proliferum*. Unter geeigneten Bedingungen reißt ein kappenförmiges Membranstück des reifen Sporangiums ab. Durch die so entstehende weite Öffnung quellen die Zoosporen hervor. Zoosporen kugelig, Durchmesser 2,5—3,5 μ, mit einem farblosen Globul und einer 15—18 μ langen Schubgeißel. Membran der kugeligen Dauersporen, Durchmesser 12—23 μ, mit netzförmig angeordneten Leisten; im feingranulierten Plasma der Sporen liegt ein großer farbloser Globul. Die Dauersporen keimen mit einem Sporangium.

Fungus parasiticus, sporangiis globosis extramatricalibus, apophysatis, hyalinis, diametro 8,5—30 μ; membrana levi; summo pariete abrupto zoosporae emergunt. Zoosporis hyalinis, sphaericis, 2,5—3,5 μ diametro, cum globulo refractivo singulo, cilio posteriore affixo, 15—18 μ longitudine. Sporis perdurantibus, parietibus crassis regulis reticulatis, globosis cum singulis globulis hyalinis refractivis, 12—23 μ diametro. In germinatione pars interior sporae emergit, ut sporangium in superficie existat.

Vorkommen: Blumentopf in Göttingen; Gerstenfeld bei Heiligkreuz im Ötztal, 1740 m ü. M.; p_H 6,1; 23.8.1954.

Hinsichtlich des Schwärmvorgangs, der Ausbildung eines dünnen, kollabierenden Operculums gleichen die beiden folgenden Arten dem *Chytriomyces reticulatus*. Sie unterscheiden sich von dieser Art durch andersartige bzw. fehlende Skulpturierung der Dauersporenmembran und ihre saprophytische Lebensweise.

Chytriomyces mammilifer n. sp. (Abb. 9 u. 10). Charakteristisch für diesen mit *Pinus*-Pollen in Quellwasser geköderten Pilz sind die warzigen

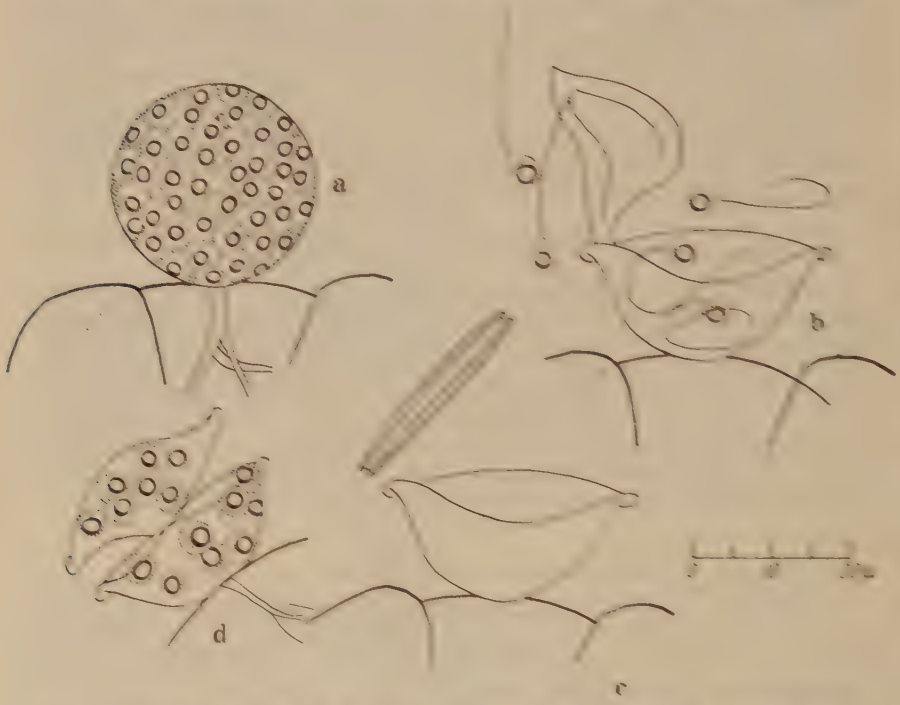

Abb. 9. *Chytriomyces mammilifer* n. sp. a reifes Sporangium, b schwärmende Zoospore, c leeres Sporangium, Operculum kollabiert, der Rand des auf stielförmigen Zoosporangium ist zurückgeschlagen; d unvollständig geöffnetes Sporangium; alles auf *Pinus*-Pollen.

Dauersporen. In der Rohkultur erreichen die hyalinen, warzigen Erhebungen auf der Membran der Dauersporen eine Länge von 3—4 μ und einen Durchmesser von 2—3 μ (Abb. 10a). In den Isolierungen bleiben die Warzen wesentlich kleiner, häufig ist sogar die Membran nur leicht ausgebuchtet (Abb. 10c, d). Im Plasma junger Dauersporen liegen mehrere große, stark lichtbrechende Globuli (Abb. 10b), die sich später zu einem großen Globul vereinigen (Abb. 10c). Bei der Keimung zerfällt der Globul wieder in mehrere kleine Globuli; in der Wand der Dauerspore bildet sich ein Porus, durch den der Inhalt ausschlüpft und zum Keimsporangium wird (Abb. 10d). Die Dauersporen haben (ausschließlich Warzen) 7—20 μ Durchmesser, die Keimsporangien 7—17 μ.

Die Sporangien sind vorwiegend kugelig und häufig gestielt. Die Membran der Sporangien ist farblos und glatt. Der Durchmesser variiert von 7—35 μ. Das intramatrikale Rhizoid ist wenig verzweigt. Das entleerte Sporangium ist tief schüsselförmig, der Rand rings um die Öffnung zurückgeschlagen (Abb. 9b, c). Die kugeligen Zoosporen, Durchmesser 3,5—4,5 μ, haben einen exzentrischen 1,5—2,5 μ großen Globul und eine

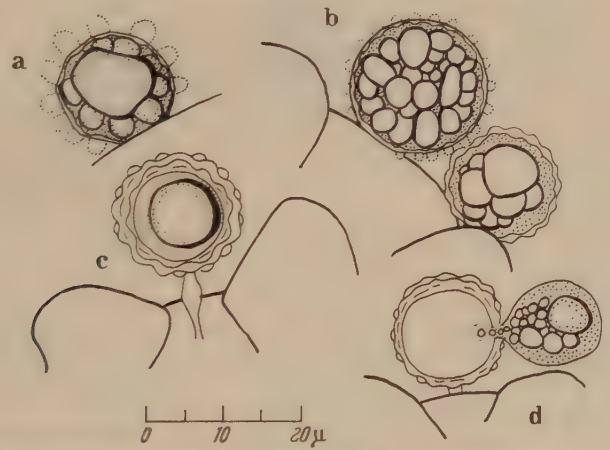

Abb. 10. Dauersporen von *Chytriomyces mammilifer* n. sp. a Dauerspore mit gut ausgebildeten Warzen; b u. c weniger charakteristische Dauersporen, b noch in Entwicklung, c fertig ausgebildet; d keimende Dauerspore, frühes Stadium

25 μ lange Schubgeißel (Abb. 9b). Sie bleiben 1—2 min unbeweglich vor dem Sporangium liegen, ehe sie davonschwimmen. Abb. 9d zeigt ein Sporangium, das sich nur unvollständig geöffnet hat.

Chytriomyces mammilifer unterscheidet sich von dem ähnlichen *Rhizophydium echinatum* (Dangeard) Fischer durch seine kugeligen, größeren, saprophytisch lebenden Sporangien. Der Inhalt der Dauersporen von *Rhizophydium echinatum* ist außerdem grob granuliert.

Vorkommen: In Erdproben aus 3600—4000 m ü. M. vom Pichincha-Rucu in Ecuador: Quebradarand, Weizenfeld und Páramo, 29. 6. 1952.

Chytriomyces mammilifer n. sp.

Saprophytisch auf *Pinus*-Pollen lebender Pilz; Sporangien vorwiegend kugelig, Durchmesser 7—35 μ, extramatrikal, farblos, ohne Apophyse, häufig gestielt; sie öffnen sich, indem ein kalottenförmiges Stück der Membran abreißt; Zoosporen farblos, kugelig, Durchmesser 3,5—4,5 μ, mit einem glänzenden Globul und einer 15—18 μ langen Schubgeißel; Dauersporen kugelig, 7—20 μ Durchmesser, mit einem stark lichtbrechenden Globul und warziger Membran; sie keimen mit einem Sporangium.

Fungus saprophyticus; sporangiis extramatricalibus, non apophysatis, plerumque cum petiolis, globosis, hyalinis, diametro 7—35 μ; rhizoideis

ramosis; summo pariete abrupto, zoosporae emergunt. Zoosporae sunt hyalinae et sphaericae, 3,5—4,5 μ diametro, cum globulis refractivis singulis, et habent flagellum 15—18 μ longum in parte posteriore. Sporis perdurantibus, parietibus verrucosis, globosis, 7—20 μ diametro, cum singulis globulis refractivis hyalinis. In germinatione pars interior emergit, ut sporangium in superficie sporae existat.

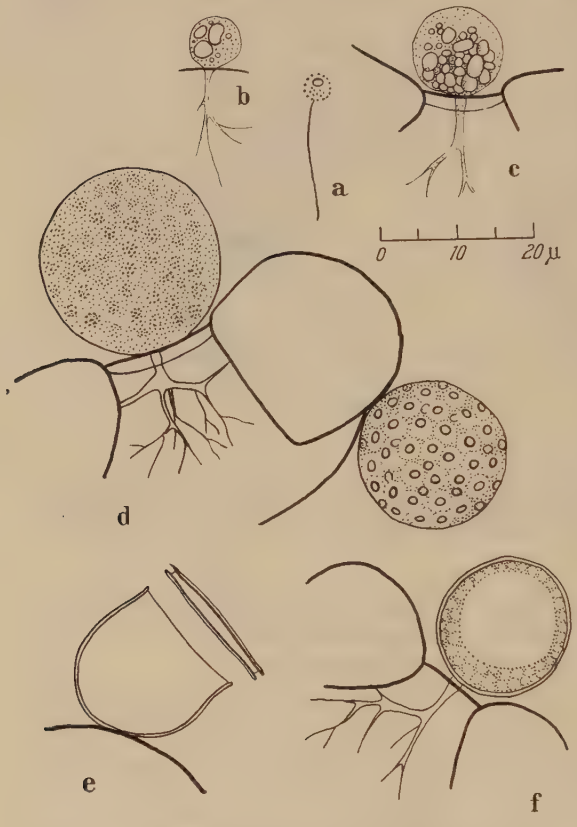

Abb. 11. *Chytriomyces vallesiacus* n. sp. a Zoospore; b bis d Sporangienentwicklung; e leeres Sporangium; f Dauerspore auf *Pinus*-Pollen

Chytriomyces vallesiacus n. sp. (Abb. 11). Die extramatrikalen Sporangien sind vorwiegend kugelig, seltener verkehrt-eiförmig oder breit-elliptisch, messen 10—30,5 μ, meistens 18,5—25,5 μ im Durchmesser und haben eine glatte, farblose Membran. An der Basis des Sporangiums entspringt ein kräftiges Rhizoid, das sich innerhalb des Pollenkornes mehrfach verzweigt. Die mehr oder weniger lange Rhizoidenhauptachse ist manchmal rübig angeschwollen. Abb. 11a—f zeigt verschiedene Entwicklungsstadien des Pilzes. Das Sporangium öffnet sich in der für *Chytriomyces reticulatus* beschriebenen Weise. Das leere Sporangium ist urnenförmig, der Rand wenig oder nicht zurückgeschlagen (Abb. 11e). Die Öffnung liegt apikal oder seitlich. Die kugeligen Zoosporen sind mit 3—3,5 μ Durchmesser etwas kleiner als diejenigen von *Chytriomyces mammilifer*. Der exzentrische Globul der Zoospore mißt etwa 0,8—1,5 μ im Durchmesser; die Schubgeißel ist 15—20 μ lang (Abb. 11a). Die Dauersporen sind glatt, haben einen großen zentralen Globul und keimen mit einem Sporangium.

Von den saprophytisch lebenden *Chytriomyces*-Arten hat nur *Ch. hyalinus* Karling vorwiegend kugelige Sporangien ohne Apophyse, farblose Globuli und glattwandige Dauersporen mit einem zentralen Globul. Diese Art wächst aber auf Chitin, hat ovale und größere Zoosporen als *Ch. vallesiacus*, bildet eine Schwärmblase, und unter dem starren Operculum liegt meist eine Zone hyalinen Plasmas. Die ähnlichen parasitischen Arten *Ch. parasiticus* Karling und *Ch. closterii* Karling haben kleinere Zoosporen. Bei *Ch. parasiticus* sind die Sporangien außerdem häufig apophysat.

Vorkommen: Von einer Erdprobe, die Anfang September 1956 an einem südexponierten Felsband am Rimpfischhorn im Wallis in 4160 m Höhe eingesammelt worden war, wurden von Mitte September bis Mitte Oktober 1956 außer den üblichen Ansätzen bei 22° C (Persiel 1960) noch je 5 Ansätze bei 5° C und bei 10—15° C gemacht. Bei der vierten Durchsicht wurde in den Schalen, die bei 5° C aufbewahrt worden waren, die neue Art entdeckt. Bei einer Wiederholung der Ansätze bei niederer Temperatur im Februar 1957 erschien die Art auch in den Ansätzen bei 10—15° C.

Chytriomyces vallesiacus n. sp.

Saprophytisch auf *Pinus*-Pollen lebender Pilz; Sporangien extramatrikal, ohne Apophyse, kugelig — Durchmesser 10—30,5 μ, meistens 18,5—25,5 μ — eiförmig oder ellipsoidförmig, mit farbloser, glatter Membran; Rhizoiden verzweigt; Sporangien öffnen sich, indem ein kalottenförmiges Membranstück abreißt; Zoosporen farblos, kugelig. Durchmesser 3—3,5 μ, mit einem stark lichtbrechenden Globul und einer 15—20 μ langen Schubgeißel; Dauersporen kugelig, mit glatter, dicker Membran und stark lichtbrechendem zentralem Globul; sie keimen mit einem Sporangium.

Fungus saprophyticus; sporangiis extramatricalibus, non apophysatis, globosis, diametro 10—30,5 μ, plerumque 18,5—25,5 μ, ovalibus vel ellipsoideis, parietibus hyalinis et levibus; rhizoideis ramosis. Summo pariete abrupto zoosporae emergunt. Zoosporae sunt hyalinae et sphaericae, 3—3,5 μ diametro cum globulis refractivis singulis, et habent flagellum 15—20 μ longum in parte posteriore. Sporis perdurantibus, parietibus crassis, globosis, cum singulis globulis refractivis hyalinis. In germinatione pars interior emergit, ut sporangium in superficie sporae existat.

ANISOCHYTRIDIALES

Hyphochytriaceae

Hyphochytrium sp. *H 28* (Abb. 12). In zahlreichen Ansätzen waren Pollenkörner von einem oder, wie es schien, mehreren olpidienartigen Thalli erfüllt. Eine genaue Musterung der befallenen Pollen und die Beobachtung früher Entwicklungsstadien ergab dann aber, daß mehrere kugelige bis breit-ovale Sporangienanlagen (8,5—23 μ Durchmesser, meistens 12—18 μ) durch hyphenartige Thallusabschnitte miteinander verbunden sind (Abb. 12e). Schließlich, nach vielen vergeblichen Versuchen, die Pflänzchen zum Schwärmen zu bringen, konnte auch die Bildung der Zoosporen verfolgt und so der fragliche Pilz der Gattung

Hyphochytrium zugewiesen werden. Die Zoosporen (Abb. 12d) werden außerhalb des Sporangiums ausdifferenziert (Abb. 12c) wie bei *Hyphochytrium catenoides* Karling, sind aber viel größer ($3-4 \times 5-8\ \mu$) als bei jener Art. Die vorne angeheftete Geißel ist $8-10\ \mu$ lang (gemessen an fixierten und gefärbten Zoosporen). Im Zoosporenkörper liegen mehrere glänzende Granula (Abb. 12d). *Hyphochytrium* sp. *H 28* ließ sich nicht auf *Chara* sp. kultivieren.

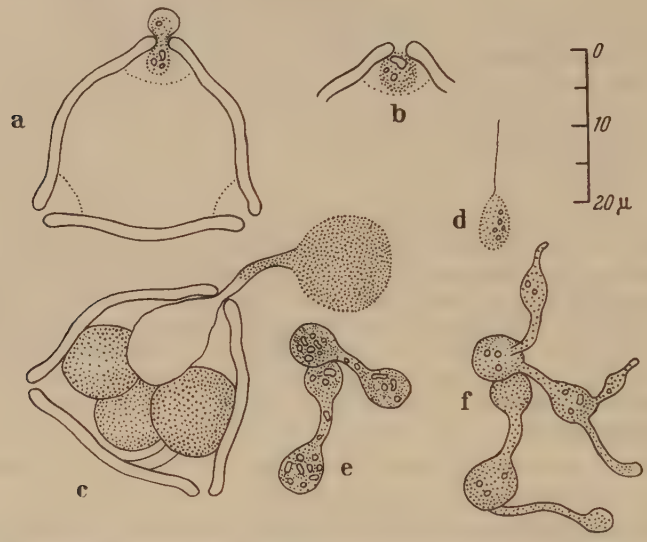

Abb. 12. *Hyphochytrium* sp. *H 28*. a u. b auf *Corylus*-Pollen keimende Zoosporen; c Bildung der Schwärmblase; d Zoospore; e u. f Entwicklungsstadien

Der Thallus entwickelt sich in Pollenkörnern im wesentlichen so, wie es VALKANOV (1929) für *H. hydrodictii* beschrieben hat (Abb. 12a, b, e, f). Nur scheinen bei *H.* sp. *H 28* die leeren Zoosporencysten rasch zu vergehen. Frühzeitig wächst von der ersten Sporangiumanlage eine „Hyphe" aus, die terminal zu einer sekundären Sporangiumanlage anschwillt, die ihrerseits wieder ein oder mehrere Fortsätze aussendet usw. (Abb. 12e, f). Auch von der ersten Anschwellung können noch mehrere Schläuche auswachsen. Schließlich entsteht auf PM-Agar ein Komplex von mehr als 100 Sporangienanlagen, in welchen sich das Plasma gesammelt hat, so daß sie nun durch leere schlauchförmige Thallusstücke miteinander verbunden sind. Stark lichtbrechende, unregelmäßig verteilte Einschlüsse kennzeichnen das Plasma junger Thalli ähnlich wie bei den *Chytridiales*, sind jedoch nicht so auffällig wie bei jenen. Das Plasma reifer Sporangien erscheint gleichmäßig fein granuliert. Bringt man sie von Agar in Quellwasser, so werden bald Zoosporen gebildet. Dauersporen sind nicht bekannt.

Vorkommen: Der Pilz trat in Erden aus verschiedenen Biotopen der Alpen in Höhen von 1340 m bis zu 3270 m ü. M. auf und wurde aus verschiedenen Böden des Karakorum-Himalaya, der ecuadorianischen und columbianischen Anden und des Hochlandes von Äthiopien isoliert.

MONOBLEPHARIDALES

Monoblepharidaceae

Monoblepharis sp. *E 5* (Abb. 13). Der Pilz wurde nur in Rohkultur beobachtet. Die Oogonien stehen einzeln oder dicht gedrängt bis büschelig. Sie sind vorwiegend birn-, selten keulenförmig, 14—22 μ breit und 20—29 μ lang. Sie haben eine breite, mehr oder weniger lange Befruchtungspapille. Die cylindrischen Antheridien stehen epigyn, haben an der

Abb. 13. *Monoblepharis* sp. *E 5*

Basis 5—8,5 μ Durchmesser und sind 14—20 μ lang. Die runden, seltener ovalen Oosporen messen 13—20 μ im Durchmesser und bleiben im Oogon liegen. Spermatozoiden wurden nur einige Male beobachtet. Sie schlüpfen unter starker amöboider Gestaltveränderung. Das abgerundete Spermatozoid hatte etwa 7 μ Durchmesser. Eine Geißel wurde nicht beobachtet (Schädigung?). Das Spermatozoid kroch einige Sekunden amöboid vor der Öffnung des Antheridiums umher und blieb dann bewegungslos liegen. Je Antheridium scheinen nur wenige (zwei?) Spermatozoiden gebildet zu werden. Die asexuelle Phase wurde nicht beobachtet.

Wegen der Ausbildung endogyner Zygoten wäre die Art nach Thomas-Perott (1955) dem Subgenus *Monoblepharis* zuzuordnen. Die Art besitzt glattwandige

Zygoten wie *M. fasciculata* Thaxter und *M. insignis* Thaxter, unterscheidet sich aber von beiden Arten durch kleinere Oosporen und anders gestaltete Oogonien.

Vorkommen: *Monoblepharis* sp. *E 5* entwickelte sich auf Hanfsamen in einigen Ansätzen zweier Erdproben aus der Páramoformation am Pichincha-Rucu in Ecuador, 3900 und 4000 m ü. M.

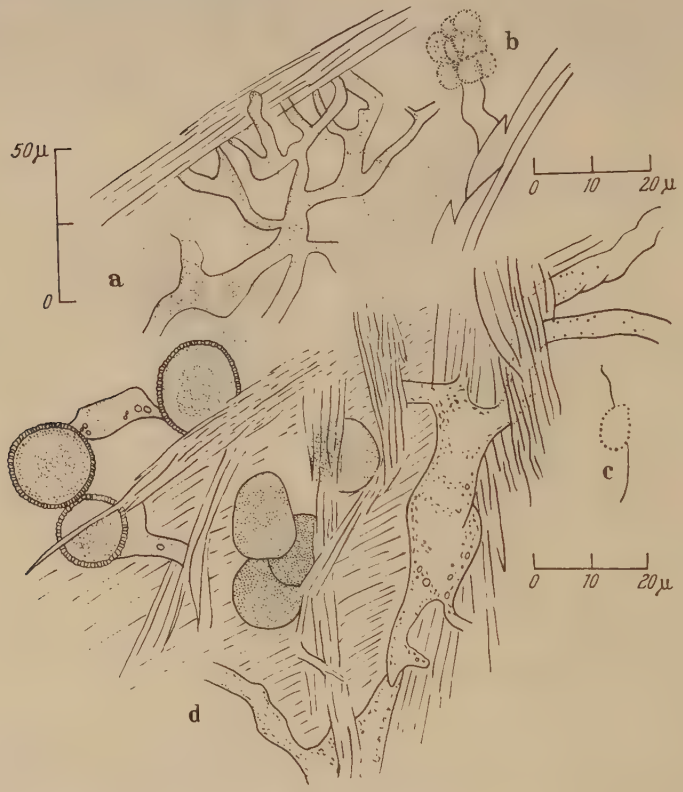

Abb. 14. Keratinophile *Saprolegniacee*. a Stück eines in einer Gänsefeder wachsenden Thallus; b Cystosporen; c aus einer Cystospore geschlüpfter Schwärmer; d Dauerorgane

SAPROLEGNIALES

Saprolegniaceae

Keratinophile Saprolegniacee (Abb. 14). Hyphen im Substrat reich verzweigt, ohne Querwände (Abb. 14a), Durchmesser 2—16 μ. Schwärmvorgang nicht beobachtet, nur gelegentlich encystierte Zoosporen vor der Sporangienöffnung (Abb. 14b); Cystendurchmesser 5—7 μ; aus den Cysten ausschlüpfende Schwärmer etwa $4 \times 10\,\mu$ (Abb. 14c). Asexuell gebildete Dauersporen mit skulpturierter Membran (Abb. 14d).

Vorkommen: Weizenfeld und Páramo am Pichincha-Rucu, Ecuador, 3700 m und 3900 m ü. M.

Zusammenfassung

Es werden 4 neue, zur Gattung *Chytriomyces* gehörende Arten und 16 nicht sicher bestimmbare Formen von *Rhizophydium, Phlyctochytrium, Rhizophlyctis, Chytridium, Hyphochytrium, Monoblepharis* und *Saprolegniaceen* beschrieben.

Herrn Professor Dr. R. Harder danke ich für die Anregung zu dieser Arbeit.

Literatur

Couch, J. N.: The structure and action of the cilia in some aquatic phycomycetes. Amer. J. Bot. **28**, 704 (1941).

Dangeard, P. A.: Les Péridiniens et leurs parasites. J. de Botanique **II** (Morot, Paris), 141 (1888).

Gaertner, A.: Beschreibung dreier neuer Phlyctochytrien und eines Rhizophidium (Chytridiales). Arch. Mikrobiol. **21**, 117 (1955_1).

Gaertner, A.: Einige physiologische und morphologische Beobachtungen an Kulturen niederer Phycomyceten. Arch. Mikrobiol. **21**, 167 (1955_2).

Johanson, A. E.: An endo-operculate chytridiaceous fungus: Karlingia rosea gen. nov. Amer. J. Bot. **31**, 397 (1944).

Persiel, I.: Über Phlyctochytrium reinboldtae n. sp. Arch. Mikrobiol. **32**, 411 (1959).

Persiel, I.: Über die Verbreitung niederer Phycomyceten in Böden aus verschiedenen Höhenstufen der Alpen und an einigen Standorten subtropischer und tropischer Gebirge. Arch. Mikrobiol. **36**, 257 (1960).

Sparrow, F. K.: Aquatic Phycomycetes, exclusive of the Saprolegniaceae and Pythium. Univ. Michigan Press, Ann. Arbor and Oxford Univ. Press. London 1943.

Sparrow, F. K.: A contribution to our knowledge of the phycomycetes of Cuba. Revista de la sociedad cubana de botanica Vol. **IX** No. **2**, 1 (1953).

Sparrow, F. K.: A further contribution to the phycomycete flora of Great Britain. Trans. Brit. Mycol. Soc. **40**, 523 (1957).

Uebelmesser, E.: Über einige neue Chytridineen aus Erdboden. Arch. Mikrobiol. **25**, 307 (1956).

Willoughby, L. G.: Studies on soil chytrids I. Rhizidium richmondense sp. nov. and its parasites. Trans. Brit. Mycol. Soc. **39**, 125 (1956).

Willoughby, L. G.: Studies on soil chytrids III. On Karlingia rosea Johanson and a multi-operculate chytrid parasitic on Mucor. Trans. Brit. Mycol. Soc. **41**, 309 (1958).

Thomas-Perott, E. P.: The genus Monoblepharis. Trans. Brit. Myc. Soc. **38**, 247 (1955).

Lebenslauf

Am 15. 5. 1929 wurde ich, Ingetraud Persiel, Tochter des Chemikers Dr. Hans Persiel und seiner Ehefrau Martha geb. Bortels in Frankfurt-Höchst geboren. Von 1935 — 1939 besuchte ich die Grundschule, von 1939 — 1940 das Lyzeum in Frankfurt-Höchst, von 1940 — 1945 die Oberschule für Mädchen in Göttingen. Die Reifeprüfung legte ich am 15. 3. 1948 am Leibniz-Realgymnasium in Frankfurt-Höchst ab. Anschließend arbeitete ich ein Jahr lang in einem Landhaushalt.

Im Sommersemester 1949 begann ich mit dem Studium der Botanik in Frankfurt a. M. Als Nebenfächer wählte ich Zoologie und Chemie. Vom Wintersemester 1950/51 ab setzte ich mein Studium bis zum Sommersemester 1954 in Göttingen fort. Hier legte ich im Winter 1955 den ersten Teil des Staatsexamens ab (Teil A: Philosophie und Pädagogik). Meine Lehrer waren die Herren Professoren Harder, Firbas, Montfort, Henke, Giersberg, Glemser und Weitz.